

メイカー・テイカー制を利用した裁定取引は利益の向上に繋がるのか —人工市場を用いた検証—

星野 真広^{1*} 水田 孝信² 八木 勲³
Mahiro Hoshino¹, Takanobu Mizuta², Isao Yagi³

¹ 神奈川工科大学 大学院 工学研究科 情報工学専攻

¹ Information and Computer Sciences, Graduate School of Kanagawa Institute of Technology

² スパークス・アセット・マネジメント株式会社

² SPARX Asset Management Co., Ltd.

³ 工学院大学 情報学部 システム数理学科

³ Department of Information Systems and Applied Mathematics, Faculty of Informatics,
Kogakuin University

Abstract: 指値注文者（メイカー）側にリベート（負の売買手数料）を支払い、成行注文者（テイカー）側から手数料を取る、メイカー・テイカー制と呼ばれる手数料体系を採用する取引所が米国を中心として増えている。メイカー・テイカー制は、リベートを用いてメイカーの参入を促すことで指値注文を増やし、市場の流動性を向上させることで取引量を増加させると言われているからである。メイカー・テイカー制を採用した市場を利用し裁定取引を行う場合、メイカー・テイカー制を採用した市場に指値注文を行うことにより利ざやとは別にリベートでも利益を得ることができるため、通常より容易に期待する利益を上げられると考えられる。しかし、指値注文を受けたメイカー・テイカー制を採用した市場と、成行注文によって注文を消費されるその他の市場がどのような影響を受けるかははっきりと分かっていない。裁定取引を行うことで市場に負の影響を与えれば通常より利益を得る機会を損失する可能性もある。そこで本研究では人工市場を用いて、メイカー・テイカー制を採用した市場が提供するリベートの額を変化させ、メイカー・テイカー制を利用して行った裁定取引で発生した損益の確認を行った。また、それぞれの市場のボラティリティを測定し市場への影響も確認した。その結果、裁定取引での利益の向上が確認できた。ボラティリティについては指値注文を受けたメイカー・テイカー制を採用した市場では減少し、成行注文を受けたメイカー・テイカー制を採用していない市場では増加することが確認できた。

1 はじめに

指値注文者（メイカー）側にリベート（負の売買手数料）を支払い、成行注文者（テイカー）側から手数料を取る、メイカー・テイカー制と呼ばれる手数料体系を採用する取引所が米国を中心として増えており、それについての議論が活発に行われている [Foucault 13, Battalio 16, Cox 19, Brolley 20]。メイカー・テイカー制は、リベートを用いてメイカーの参入を促すことで指値注文を増やし、市場の流動性を向上させることで取引量を増加させると言われているからである [星野 21a]。

メイカー・テイカー制を採用した市場を利用し裁定取引を行う場合、メイカー・テイカー制を採用した市場側に指値注文を行うことにより利ざやとは別にリベ

ートでも利益を得ることができるため、通常より容易に期待する利益を上げられると考えられる。しかし、指値注文を受けたメイカー・テイカー制を採用した市場と、成行注文によって注文を消費されるその他の市場がどのような影響を受けるかははっきりと分かっていない。裁定取引を行うことで市場に負の影響を与えれば通常より利益を得る機会を損失する可能性もある。

本研究のように、ある制度を利用した取引の影響の調査を実際に行おうとすると、その制度以外の異なる外的要因がそれぞれの市場に含まれてしまう。このように従来の実証分析によるアプローチでは議論が困難な課題に対して、人工市場を利用して解決を図る方法がある。人工市場とは、コンピュータ上に仮想的に構築された金融市場マルチエージェントシステムである [Chen 12, Chiarella 09, Yeh 13]。人工市場では、エージェントにそれぞれ独自の売買手法を与え、それらを

*神奈川工科大学大学院工学研究科情報工学専攻
〒 243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030
E-mail: s2085013@cco.kanagawa-it.ac.jp

投資家として金融資産の取引をさせると、市場がどのような振る舞いをするかを確認することができる。最近では人工市場を用いて市場の規制やルールが金融市場に与える本質的な影響を分析する研究が盛んに行われている [Yeh 13, Zhou 17].

そこで本研究では人工市場を用いて、メイカー・テイカー制を採用した市場が提供するリベートの額を変化させ、メイカー・テイカー制を利用して行った裁定取引で発生した損益の確認を行った。また、それぞれの市場のボラティリティを測定し、裁定取引が市場へどのような影響を及ぼすかの確認も行う。

2 人工市場モデル

本研究では Yagi et al.[Yagi 20] の人工市場モデルを基に、水田 [水田 19] の裁定エージェントをメイカー・テイカー制の手数料体系を考慮するように変更してモデル構築を行った。

人工市場は 2 種類用意した。1 つはメイカー・テイカー制を採用した市場（以下、採用市場とする）、もう 1 つはメイカー・テイカーを採用していない市場（以下、非採用市場とする）である。なお、2 つの市場では同一資産が取引されているものとする。メイカー・テイカー制の手数料体系は 2.1 節で詳しく述べる。

各市場に一般投資家エージェントは n 体とし、一般投資家エージェント j は $j = 1$ から順に注文を出していく。そして $j = n$ まで注文を出し終えたあと $j = 1$ に戻る。時刻 t は一般投資を設け家エージェント 1 体が注文を出すたびに 1 だけ増える。注文をただで取引が成立しない場合も時刻 t は 1 ステップ進む。裁定エージェントは 1 体のみ存在し、一般投資家エージェントが注文を出す前に裁定取引を行えるかを確認し、利益が出る場合には採用市場に指値注文を行う。そしてその注文が約定された場合にすぐさま非採用市場に採用市場で得た資産を成り行き注文で売買する。この裁定エージェントの注文で時刻 t は進まない。

このモデルでの価格決定メカニズムは、買い手と売り手が価格を提示し、両者の提示価格が合致するとその価格での取引が成立するザラ場方式（連続ダブルオークション方式）とした。一般にザラ場方式では、投資家が発注した注文は、その注文と注文板の状態によって、指値注文になるか成行注文になるかが決まる。投資家が発注した注文と市場の注文板の内容とを比較して、投資家の買い（売り）注文価格より低い（高い）売り（買い）注文が注文板に既に存在していれば、この投資家の注文は成行注文となり、取引は即時成立する。取引が成立しなかった場合は、投資家が今期発注した注文は指値注文として注文板に残る。よって、指値注文を出したエージェントはメイカーの役割を、成行注

文を出したエージェントはテイカーの役割を担うことになる。注文できる価格の変化幅の最小単位（ティックサイズ）は ΔP とし、注文価格を算出したのちに、それより小さい端数は、買い注文の場合は切り捨て、売り注文の場合は切り上げる。

2.1 手数料体系

取引所の市場運営は営利事業であり、その利益は各投資家が取引を行った際の手数料でまかなっている。メイカー・テイカー制を採用した取引所の利益は、式 (1) で表すことができる。

$$R_{EX} = C_T - R_M \quad (1)$$

R_{EX} は取引所の必要利益、 R_M は取引所がメイカーへ支払うリベート（負の手数料）、 C_T はテイカーが取引所に支払う手数料を表す。Yagi et al.[Yagi 20] と同じく、 $R_{EX} = 0.1\%$ とし、 R_{EX} , R_M , C_T は後述するファンダメンタル価格に対する比で示す。

2.2 一般投資家エージェント

一般投資家エージェントは、一般的な投資戦略に基づいて取引を行う投資家を想定したエージェントである。一般投資家エージェントは、ファンダメンタル価格を参照し投資判断を行うファンダメンタル戦略、過去の価格推移を利用して投資行動を行うテクニカル戦略、試行錯誤的な投資判断を表すノイズ戦略からなる。また、市場状況の変化にあわせて学習することで、ファンダメンタル戦略とテクニカル戦略の比重を適宜切り替えていく。以下に一般投資家エージェントの注文プロセスを記す。一般投資家エージェントは以下の手順に従い、買いと売りの判断を行う。一般投資家エージェント j が時刻 t の時に予想する価格の変化率（予想リターン） $r_{e_j}^t$ は式 (2) から求められる。

$$r_{e_j}^t = \frac{w_{1_j}^t r_{1_j}^t + w_{2_j}^t r_{2_j}^t + u_j \epsilon_j^t}{w_{1_j}^t + w_{2_j}^t + u_j} \quad (2)$$

ここで、 $w_{i_j}^t$ は時刻 t における一般投資家エージェント j の i 項目の重みであり、シミュレーション開始時にそれぞれ 0 から $w_{i_{max}}$ までの一様乱数で決める。右辺の分子の 1 項目の $w_{1_j}^t$ はファンダメンタル戦略の成分の重み、2 項目の $w_{2_j}^t$ はテクニカル戦略の成分の重みである。 u_j はノイズ戦略の成分の重みであり、シミュレーション開始時にそれぞれ 0 から u_{max} までの一様乱数で決められ、シミュレーション中は変化しない。これらの重みは互いに独立して変化する。これら 3 つの重みからくる影響は式 (2) の右辺の分母にて正規化することで平準化している。

r_{ij}^t は時刻 t における一般投資家エージェント j の i 項目の予想リターンである。1 項目の r_{1j}^t はファンダメンタル成分のリターンであり、 $\ln(P_f/P^{t-1})$ とする。これは、ファンダメンタル価格と 1 期前の取引価格を比較し、取引価格の方が低ければ正、高ければ負の予想リターンを意味する。 P_f は時間で変化しない一定のファンダメンタル価格である。ファンダメンタル価格とは、株式を発行する企業自体がもっている実態価値に基づいた価格のことである。 P^t は時刻 t における取引価格（取引されなかった時刻では直近取引された価格であり、 $t = 0$ では $P^t = P_f$ とする）である。2 項目の r_{2j}^t はテクニカル成分の予想リターンであり、 $\ln(P^{t-1}/P^{t-1-\tau_j})$ とする。これは、過去のリターンが正なら正、負なら負の予想リターンを意味している。 τ_j は 1 から τ_{max} までの一様乱数でエージェントごとに決める。 ϵ_j^t は時刻 t におけるエージェント j のノイズ成分であり、平均 0、標準偏差 σ_ϵ の正規分布乱数である。式 (2) で導いた予想リターンを基に予想価格 P_{ej}^t を式 (3) で求める¹。

$$P_{ej}^t = P^{t-1} \exp(r_{ej}^t) \quad (3)$$

注文価格 P_{oj}^t は平均 P_{ej}^t 、標準偏差 P_σ^t の正規分布乱数で決める。ただし、 $P_\sigma^t = P_{ej}^t \cdot est$ とする。 est ($0 < est \leq 1$) を便宜上、「ばらつき係数」と呼ぶ。そして、 P_{oj}^t が P_{ej}^t より小さければ、リスク資産 1 単位の買い注文を出し、 P_{oj}^t が P_{ej}^t より大ければ、リスク資産 1 単位の売り注文を出す。

2.3 裁定エージェント

裁定エージェントは市場間の価格差を利用して利益を出す、裁定取引を行う投資家を想定したエージェントである。採用市場に指値注文を行いリベートを受け取り、採用市場に出した指値注文と相対する成行注文を非採用市場で行うことでそれらの価格差で利益を得る。

上記戦略を例を挙げて説明する。非採用市場の最良買い気配値が 9999、手数料が 5 だとする。この非採用市場に成行の売り注文を行った場合、その注文での収入は $9999 - 5 = 9994$ となる。もし、裁定取引で 5 の利益を得たい場合、採用市場で資産を 9989 で購入すればよい。採用市場ではリベートを受け取ることができるため、支出の額をリベート分だけ割り増しすることができる。採用市場のリベートが 10 の場合、 $9989 + 10 = 9999$ に指値注文を行い、約定すれば裁定取引で利益を得ることができる。これは指値の買い注文を行う場合だが、指値の売り注文を行う場合もリベートと

¹本研究では対数リターンを使用している。そのため予想リターンは現在の価格の対数と予想価格の対数の差である。すなわち、 $r_{ej}^t = \ln P_{ej}^t - \ln P^t = \ln P_{ej}^t / P^t$ であり、これより式 (3) が導き出される。

手数料を含め「期待利益 < 収入 - 支出」となれば裁定取引の機会が訪れる。一般化して、裁定エージェントの必要利益を Re_{Arb} 、採用市場の最良買い気配値を B_{Adp} 、最良売り気配値を S_{Adp} 、非採用市場の最良買い気配値を B_{N-Adp} 、最良売り気配値を S_{N-Adp} としたとき、 $Re_{Arb} < (B_{N-Adp} - C_T) - (B_{Adp} - R_M)$ または $Re_{Arb} < (S_{Adp} + R_M) - (S_{N-Adp} + C_T)$ となると裁定取引の機会が訪れる。裁定取引の機会が訪れた場合に裁定エージェントは採用市場に指値注文を行う。その際の買い注文価格 B_{Arb} は式 (4) で、売り注文価格 S_{Arb} は式 (5) で求められる。

$$Re_{Arb} < (B_{N-Adp} - C_T) - (B_{Adp} - R_M) \text{ のとき、}$$

$$B_{Arb} = B_{N-Adp} - C_T + R_M - Re_{Arb} \quad (4)$$

$$Re_{Arb} < (S_{Adp} + R_M) - (S_{N-Adp} + C_T) \text{ のとき、}$$

$$S_{Arb} = S_{N-Adp} + C_T - R_M + Re_{Arb} \quad (5)$$

式 (4) と式 (5) の条件が共に満たされる場合はどちらの注文も行う。採用市場に出した指値注文が約定した場合、すぐに非採用市場に対応した成行注文を行う。次に裁定取引を行えるか確認する際に前の注文が残っていた場合はその注文をキャンセルし裁定取引を行えるかを再度確認する。

3 実験

本研究ではメイカー・テイカー制を利用した裁定取引は利益の向上に繋がるかを確認するために、裁定エージェントを用いてその損益の確認を行う。また、裁定取引が各市場に与える影響を確認するために各市場のボラティリティの測定も行う。採用市場のリベートは -0.050% から 0.100% まで 0.025% 刻みで変化させる、非採用市場のリベートは -0.050% で一定とする²。各パラメータの値は $n = 1000$ 、 $w_{1max} = 1$ 、 $w_{2max} = 10$ 、 $u_{max} = 1$ 、 $\tau_{max} = 10,000$ 、 $\sigma_\epsilon = 0.06$ 、 $est = 0.003$ 、 $\Delta P = 1.0$ 、 $P_f = 10,000.0$ 、 $t_e = 1,000,000$ 、 $\delta_l = 0.01$ 、 $w_{pm} = 0.00000005$ 、 $Re_{Arb} = 0.0$ とする³。 t_e はシミュレーション終了時の時刻である⁴。シミュレーションは各条件の下でそれぞれ 50 回ずつ試行し、その結果をもとに議論を行った。

²式 (1) より $R_M = -0.050\%$ のとき $C_T = 0.050\%$ となり、共に 0.050% の手数料を市場に支払うことになる。よってこのパラメータをメイカー・テイカー制非採用時とした。

³モデルの妥当性は実証研究 [Sewell 11, Cont 01] で得られている統計的性質 (Stylized fact) が満たされているかで判断した。

⁴ $t_e = 1,000,000$ とした理由は、この値で実験の傾向を十分に把握することができ、期間を延ばしても傾向に差異は生じなかったからである。

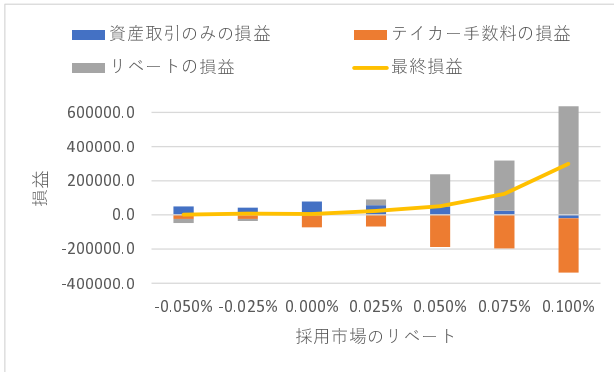


図 1: 裁定エージェントの損益

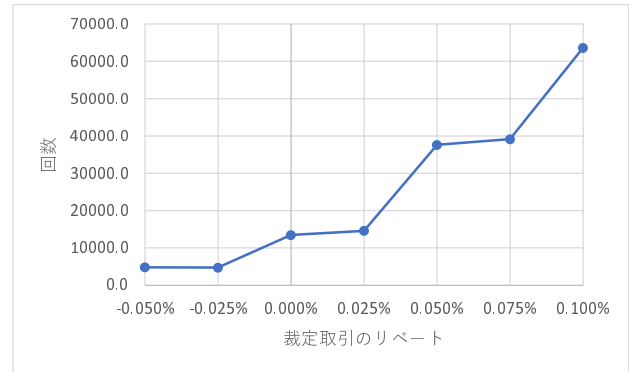


図 2: 裁定取引の回数

4 結果と考察

実験の結果裁定エージェントの損益は採用市場のリベートの増加と共に増加した。またボラティリティは採用市場のリベートが増加すると共に、採用市場では低下し、非採用市場では上昇した。

4.1 裁定エージェントの損益

各リベートにおける裁定エージェントの損益を図 1 に示す。

採用市場のリベートが-0.050% から 0.000% の間は資産取引で得た利益と取引でかかったコストがほぼ等しく、大きく利益をあげることが無かった。一方で採用市場のリベートが 0.250% 以降ではリベートが増えるとともに利益が増加していった。資産取引での利益のみならず、採用市場でリベートを受け取れるようになったため、採用市場での買い(売り)注文価格が多少高く(安く)とも利益を上げることができるようになった。そのため裁定取引の機会が増加して、利益の向上に繋がったと考えられる。実際に裁定エージェントの裁定取引の回数を確認すると(図 2 参照)、リベートが増えるにしたがって裁定取引の回数が増加していることが見て取れる。

採用市場のリベートが 0.100% にまで増加すると資産取引のみの利益がマイナスに転じた。これは採用市場のリベートが多く、本当であれば損失が発生するような裁定取引を行った場合でも、リベートで利益で十分補填できるため、あまり合理的ではない裁定取引を行っている状態であると言える。リベートのみで利益を上げていることになり、あまり好ましい状態ではないかもしれない。

4.2 ボラティリティ

各リベートにおける両市場のボラティリティを図 3 に示す。

採用市場のボラティリティはリベートが増加するごとに減少していった。リベートが増加すると裁定エージェントの出す買い(売り)注文は式(4)、式(5)より高く(低く)なっていくため、裁定エージェントが出す注文は市場価格に近くなっていく。裁定取引の機会が多くなり、裁定エージェントの指値注文が増えれば増えるほど市場価格に近い価格で注文が約定されるようになるため、市場価格は安定しボラティリティが小さくなっていく。これと同様のことが星野ら[星野 21b]のメイカー・テイカー制の採用した市場にマーケットメイカーが参入した場合でも計測されている。ただし、こちらはマーケットメイカーが注文のスプレッドを狭めることでビット・アスク・スプレッドが狭まりボラティリティが低下するとされている。それに対して本実験では裁定エージェントの注文が売りと買いの両方同時に出されることは保証されていないが、指値注文で出された注文は確実に最良気配値となるため、注文数が増えればマーケットメイカーと同様にビット・アスク・スプレッドを狭めることが可能になると考えられる。そのため、先行研究と同様にビット・アスク・スプレッドが狭まりボラティリティが低下したと考えられる。

一方で非採用市場のボラティリティはリベートが増加するごとに増加していった。これは裁定取引の機会が増えて非採用市場に出す成行注文が増えた結果、非採用市場の注文板が薄くなり市場価格から大きく離れていったことが原因と考えられる。

5 まとめ

本研究ではメイカー・テイカー制を利用した裁定取引は利益の向上に繋がるかを確認するために、裁定エー

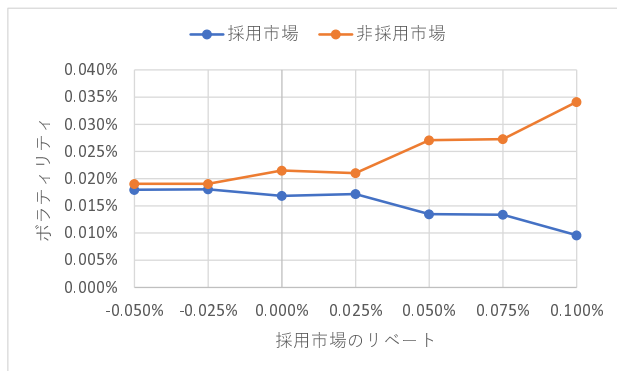


図 3: ボラティリティ

ジェントを用いてその損益の確認を行った。また、裁定取引が各市場に与える影響を確認するために各市場のボラティリティを測定した。

実験の結果、裁定エージェントの損益は採用市場のリベートの増加と共に増加することが確認できた。またボラティリティは採用市場のリベートが増加すると共に、採用市場では低下し、非採用市場では上昇することが判明した。

メイカー・テイカー制を利用した裁定取引は、リベートが多く出されている市場を利用するほど利益の向上に繋がることを判明し、メイカー・テイカー制を採用した市場のボラティリティも低下するため少ないリスクで取引が行えることが分かった。しかし、採用市場が市場が過度なリベートを提供している場合はリベートのみで利益を上げることになるため、それが好ましい状況なのかについて十分に精査する必要があると考える。また、成行注文を行う市場のボラティリティは増加するため、裁定取引を行う際は成行注文を行う市場をいくつか選定して分散させることである程度市場への影響が抑えられ、リスクの低減に繋がると考えられる。

留意事項

本論文はスパークス・アセット・マネジメント株式会社の公式見解を表すものではありません。すべては個人的見解です。

参考文献

[Battalio 16] Battalio, R., Corwin, S. A., and Jennings, R.: Can brokers have it all? On the relation between make-take fees and limit order execution quality, *The Journal of Finance*, Vol. 71, No. 5, pp. 2193–2238 (2016)

[Brolley 20] Brolley, M. and Malinova, K.: Maker-Taker Fees and Liquidity: The Role of Commission Structures, *SSRN Working Paper Series* (2020)

[Chen 12] Chen, S.-H., Chang, C.-L., and Du, Y.-R.: Agent-based economic models and econometrics, *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 27, No. 2, pp. 187–219 (2012)

[Chiarella 09] Chiarella, C., Iori, G., and Perelló, J.: The impact of heterogeneous trading rules on the limit order book and order flows, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 33, No. 3, pp. 525–537 (2009)

[Cont 01] Cont, R.: Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues, *Quantitative Finance*, Vol. 1, pp. 223–236 (2001)

[Cox 19] Cox, J., Van Ness, B., and Van Ness, R.: Increasing the Tick: Examining the Impact of the Tick Size Change on Maker-Taker and Taker-Maker Market Models, *Financial Review*, Vol. 54, No. 3, pp. 417–449 (2019)

[Foucault 13] Foucault, T., Kadan, O., and Kandel, E.: Liquidity cycles and make/take fees in electronic markets, *The Journal of Finance*, Vol. 68, No. 1, pp. 299–341 (2013)

[Sewell 11] Sewell, M.: Characterization of financial time series (2011)

[Yagi 20] Yagi, I., Hoshino, M., and Mizuta, T.: Analysis of the impact of maker-taker fees on the stock market using agent-based simulation, in *Proceedings of the First ACM International Conference on AI in Finance*, pp. 1–6 (2020)

[Yeh 13] Yeh, C.-H. and Yang, C.-Y.: Do price limits hurt the market?, *Journal of Economic Interaction and Coordination*, Vol. 8, No. 1, pp. 125–153 (2013)

[Zhou 17] Zhou, X. and Li, H.: Buying on Margin and Short Selling in an Artificial Double Auction Market, *Computational Economics* (2017)

[水田 19] 水田 孝信: 株式と ETF の裁定取引にかかるコストと流動性の関係 — 人工市場によるシミュレーション分析 —, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2019, pp. 201J1302–201J1302 (2019)

[星野 21a] 星野 真広, 水田 孝信, 八木 勲: 人工市場を用いたメイカー・テイカー制が取引コストと市場流動

性に与える影響の分析, 人工知能学会論文誌, Vol. 36,
No. 5 (2021)

[星野 21b] 星野 真広, 水田孝信, 八木勲: 人工市場を用
いたメイカー・テイカー制が市場間取引シェア獲得
に与える影響調査, Vol. 37, (2021)