

# U-Mart システムを用いた先物取引最良執行戦略の探索

## Exploring Best Execution Strategy of Futures Transactions through U-Mart

陳 章龍<sup>\*1</sup> 山田隆志<sup>\*1</sup> 高橋大志<sup>\*2</sup> 吉川厚<sup>\*1</sup> 寺野隆雄<sup>\*1</sup>  
ZhangLong Chen Takashi Yamada Hiroshi Takahashi Atsushi Yoshikawa Takao Terano

<sup>\*1</sup> 東京工業大学大学院知能システム科学専攻  
Department of Computational Intelligence and Systems Science,  
Tokyo Institute of Technology

<sup>\*2</sup> 慶應義塾大学大学院経営管理研究科  
Graduate School of Business Administration,  
Keio University

When investors perform financial deals, they are required to pay execution costs, which include fixed costs, market impacts, and timing costs. The best execution strategy is to minimize the execution costs when an investor changes the order quantity and the order timing. In this paper, we employ agent-based modeling (ABM) and simulation techniques to explore the best execution strategy of futures transactions using the virtual future market system U-Mart. We have discovered that a long-term strategy is the best execution strategy when a market size is small. On the other hand, when a market size is large, a short-term strategy is the best execution strategy.

### 1. はじめに

機関投資家をはじめとし時価総額の大きいファンドの運用を行う投資家にとり、取引時に負担する執行コストは、主要な関心事の一つである。執行コストは、手数料などの直接的なコストと、自らの売買によって生じるマーケットインパクトおよび時間の経過に伴うタイミングコストといった間接的なコストから構成されている。巨額機関投資家の場合、直接コストよりも、間接的なコストのほうがはるかに大きい[1]。間接的な執行コストのマーケットインパクトとタイミングコストはトレードオフの関係が存在する。投資家は発注量や発注のタイミングを変えることによって、間接的なコストを最小化するような最良執行戦略を考える必要がある。

現在、最も一般的に利用されている執行コストの分析方法はインプリメンテーションショートフォール法 (IS法) [2] をベースにしたものが多い。IS法では、ポートフォリオ構築時の価値の損失を執行コストとみなしている。その問題点は測った執行コストのどの部分がどのコストを占めるか明確に示せない。これに対し、執行コストのなかでもマーケットインパクトを推計するモデルが多く提案されている[3][4][5]。しかし、マーケットインパクトとタイミングコストはトレードオフの関係が存在するので、一方のみに注目した計測は不十分になる可能性がある[6]。現実の市場データに基づく数理的な手法では困難である。

エージェントベースシミュレーションを金融市場の分野に応用したものとして、人工市場に基づく分析が挙げられる。人工市場の研究事例は数多く報告されている。その中、U-Mart[8]という仮想先物市場は、コンピュータ上のエージェントプログラムと実際の人間参加者が混在する状況で取引が行われる実験システムが挙げられる。U-Mart は市場制度や取引戦略などの市場を対象とした研究のための共通テストベッドを目的として開発された。従来の人工市場モデルよりも利用者独自の研究に使いやすくなっている。利用者が作成した独自のエージェントを組み込んでシミュレーションを行うことが可能である。U-Mart は J30 (毎日新聞作成) を利用し、株価指数先物取引を行うシステムである。株価指数先物取引は、多数の銘柄の株式を保有する機関投資家にとって、経済情勢の変化に伴う株式市場全体の価格変動の

スクを効果的にヘッジするための重要な取引市場である。そこで、本研究においては、U-Mart を用い、エージェントベースシミュレーションによる先物取引最良執行戦略の探索を行う。

### 2. 実験方法

本実験において、U-Mart を用い、1200枚の先物を売却するための最良執行戦略を探索する。

#### 2.1 U-Mart 設定

間接的なコストを分析対象とするので、売買手数料を0円とする。東証取引所の1日取引の始まりは板寄せによる価格が決定される。本実験の時間進行は1日を1節とする。執行コストは市場の規模によって変わってくるため、本実験では、6つ(小→大)の市場における最良執行戦略の探索を行う(表1)。市場に9タイプの投資家エージェント(Trend Strategy, Anti Trend Strategy, Srandom Strategy, Rsi Strategy, S Rsi Strategy, Moving Average Strategy, Smoving Average Strategy, SF Spread Strategy, Day Trade Strategy)を用いた。

表1 : U-Mart 設定

初期資産	1,000,000,000 円	
売買手数料	0 円	
時間進行	全体	30 日 + 最終決済
	1 日	1 板寄せ + 1 値洗い
	1 板寄せ	注文 + 価格計算
取引単位	1 枚 = 1000 株	
証拠金	1 単位あたり 300,000 円	
現物価格時系列	図 1	
市場規模 (小→大)	1) 9Agents × (2, 3, 5, 10, 15, 20) 人 + 自分	

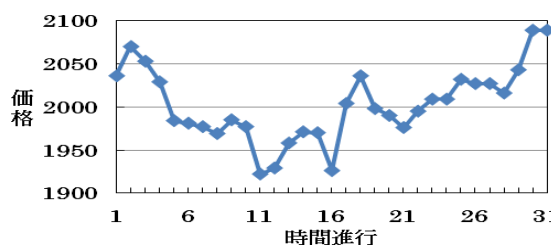


図1 : 現物価格時系列

連絡先: <sup>\*1</sup>{chin, tyamada}@trn.dis.titech.ac.jp  
{at\_sushi\_bar, terano}@dis.titech.ac.jp

<sup>\*2</sup>htaka@kbs.keio.ac.jp

## 2.2 取引戦略の策定

1200枚の先物を短期的に売却すると、マーケットインパクトが大きく生じ、売却しようとする価格(本実験では1株を2036円とする)から大きく離れてしまう。マーケットインパクトを抑えながら長期的に売却していくと、売却したい価格から乖離してしまう可能性がある。すなわち、タイミングコストが発生する。

本実験では、短期的、中期的、長期的な戦略を策定し、各市場における最良執行戦略を探索する(表2)。各戦略はすべて1日目から取引を行う。注文価格は直近先物価格の90%である。また、相対的薄い市場9Agents×(2,3,5)人+自分の場合はそれぞれ戦略8, 戦略6, 戦略3からである。

表2：執行戦略

短期 ↑ ↓ 長期	戦略名	戦略
	戦略1	1日で売る
戦略2	2日で均等に売る	
戦略3	3日で均等に売る	
戦略4	4日で均等に売る	
...	...	
戦略29	29日で均等に売る	
戦略30	30日で均等に売る	

## 2.3 執行コストの計測

本研究では、売却しようとする価格からの乖離を執行コストと見なす(式1)。本実験では、売却しようとする一株当たりの価格  $P_0$  を1日目の現物価格2036円とする。一株当たりのコスト  $C_N$  が最小化になるような最良執行戦略を探索する。

$$C = \frac{1}{X} \sum_{t=1}^T |P_0 - P_t| \cdot x_t \quad (1)$$

(C: 一株当たりの執行コスト,  $P_0$ : 売却しようとする一株当たりの価格,  $P_t$ : tでの約定価格,  $x_t$ : tでの約定数量, t: 時間進行, T: 売却期間, X: 総売却数量.)

## 3. 実験結果

各市場における各戦略を用いた場合の一株当たりの執行コストを式1により算出する。図2はその結果を表している。図により、同一の執行戦略に対し、市場規模が大きければ大きいほど、執行コストが小さいことが見られる。投資家にとって、市場が厚ければ厚いほど、望ましい。

図2により、市場1), 市場2)と市場3)の場合、それぞれの最良執行戦略は戦略29, 戦略30と戦略10であり、一株当たりの執行コストは61.4円, 54.8円と39.3円である。一方、市場4),

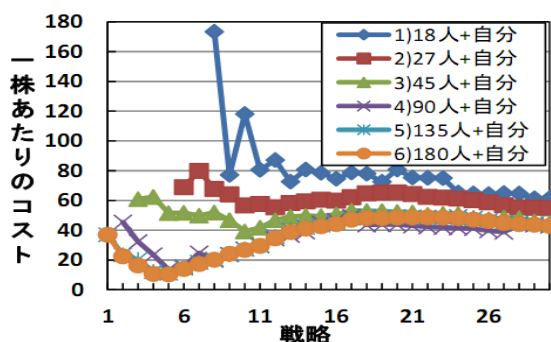


図2：各市場における各戦略のコスト

市場5), と市場6)における最良執行戦略は戦略5であり、それぞれ一株当たりの執行コストは13.6円, 11.2円, と10.4円である(表3)。

表3：最良執行戦略

市場規模	最良執行戦略
1) 18人+自分	戦略29 (61.4)
2) 27人+自分	戦略30 (54.8)
3) 45人+自分	戦略10 (39.3)
4) 90人+自分	戦略5 (13.6)
5) 135人+自分	戦略5 (11.2)
6) 180人+自分	戦略5 (10.4)

表3により、市場規模により、最良執行戦略が変わってくるのが分かる。市場規模(市場1), 市場2))が小さい場合、長期的な戦略が最良執行戦略である。薄い市場では、マーケットインパクトの影響が大きいため、時間をかけて、マーケットインパクトを抑えながら、長期的に売却していく必要があるためである。市場規模(市場3), 市場4), 市場5), 市場6))が大きい場合、短期的な戦略が最良執行戦略である。市場が厚ければ厚いほど、マーケットインパクトの影響が相対的に小さいため、タイミングコストを重視し、短期的な戦略を取ったほうが良いであろう。

## 4. まとめ

本実験においては、仮想先物取引市場 U-Mart を用い、エージェントベースシミュレーションによる執行戦略の比較を行った。今後、市場の規模を変え、違う種類の現物価格時系列を用い、結果を比較する。また、GA, ニューラルネットなどといった人工知能手法を用い、よりよい戦略を探索する。得られた最良執行戦略に対し、実際の市場データを用い、バックテストを行う。

## 参考文献

- [1] 宇野淳, 大村敬一, “マーケットマイクロストラクチャーによる実証的分析第1回”, 証券アナリストジャーナル第36巻第9号(1998), pp.80-97
- [2] Perold, A.F.: The Implementation shortfall: Paper vs. Reality, J. Portfolio Management, Vol. 14, No. 3, spring, 4-9(1988)
- [3] Keim, D.B. and Madhavan, A.: Transaction costs and investment style: An inter exchange analysis of institutional equity trades, J. Financial Economics, Vol.46, No.3, pp.265-292(Dec.1997)
- [4] 田中隆博: マーケットインパクトに関する実証研究, 2001年度日本ファイナンス学会 第9回大会予稿集, p.273(2001)
- [5] 松尾友和, 加藤大輝, 田中隆博: ザラバにおける恒久的マーケットインパクトに関する研究, 2003年度日本ファイナンス学会第11回大会予稿集, p.339(2003)
- [6] Collins, B. M. and Fabozzi, F. J.: A methodology for measuring transaction costs, Financial Analysts Journal, March/April, pp.27-44(1991)
- [7] 高橋大志, 寺野隆雄, “エージェントシミュレーションが行動ファイナンス理論と実市場をつなぐ”, 人工知能学会誌24(3)(通号135)(2009.5), pp392-399
- [8] 塩沢由典, 松井啓之, 谷口和久, 中島義裕, 小山友介, “人工市場で学ぶマーケットメカニズム—U-Mart 経済編—”, 共立出版(2006)
- [9] 喜多一, 森直樹, 小野功, 佐藤浩, 小山友介, 秋元圭人: 人工市場で学ぶマーケットメカニズム—U-Mart 工学編—, 共立出版(2009)
- [10] 宇野淳, “価格はなぜ動くのか”, 日経BP社(2008)