

指値注文ブックの形状と価格変動

東京大学大学院 情報理工学系研究科 見並 良治¹

株式会社シーエムディーラボ 尹 熙元²

日本の株式市場において、取引参加者は指し値注文ブックに対して取引を行う。そこで本稿では、指値注文ブックの形状とその後の価格変動の関係性を統計的に分析した。ブックの代表的な形状を抽出するためにクラスター分析を用いると、売りと買いについて対称的なクラスターが得られた。また、短期的な価格変動がブック形状パターンの出現によって偏りが生じることも確認できた。

1 はじめに

日本の代表的な株式市場において、日中の取引にはザラバ方式(連続取引・注文駆動方式)が採用されている。このような方式で取引がなされる市場を指値注文市場と呼ぶ。指値注文市場において、取引参加者は主に指値注文ブックと呼ばれる売買注文集計表に対して取引を行う。

欧州の代表的な証券取引所であるロンドン証券取引所やパリ証券取引所なども指値注文市場に分類され、近年では指値注文ブックの挙動や統計的性質に関する研究も盛んに行われている [1][2][3]。上述の証券取引所ではそれぞれ指値注文ブックの全体が公開されているために同様の性質が指摘されているが、日本の証券取引所では現状において一定の深さ(東証は上下5本)までしか公開されていないため、同様の性質を検証することは困難である。

そこで本稿においては、投資家が実際に見ている有限の深さブックの状態について着目した。具体的には、ブックの形状がその後の価格変動に及ぼす影響について分析を行った。第一段階としてブックの状態をベクトルとして捉え、各瞬間のベクトルに対してクラスター分析を行い、ブックの形状を分類した。第二段階として、ブックの形状とその後の価格変動の関連について分析を行った。

¹E-mail:ryoji_minami@mist.i.u-tokyo.ac.jp

²E-mail:yoonyoon@cmdlab.co.jp

2 解析手法

2.1 ブック形状のクラスター分析

売り気配、買い気配それぞれのブックの形状に対してクラスター分析を行った。次にその具体的な手順を説明する。

2.1.1 気配株数ベクトルの規格化

各瞬間の上下5本値に対し、売りおよび買い気配の株数ベクトル $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ を考える。本章ではブックの形状に注目するため、1次のノルムを用いて気配株数ベクトルの規格化を行った。こうして得られたものを気配形状ベクトル $\bar{\mathbf{a}}$, $\bar{\mathbf{b}}$ とよぶ。

2.1.2 気配形状ベクトルのクラスター分析

一定期間の日中のブックデータから無作為抽出した気配株数ベクトル集合に対して規格化を行い、売りおよび買いの気配形状ベクトル集合 A , B を得た。これらの集合の主要パターンを抽出するため、それぞれに対してクラスター分析（Ward 法）を適用した。このとき、分類するクラスターの数を決めなければならないが、その決定における明確な指標がないため、ここではブック形状ベクトルの自由度の4を採用した。こうして、売りおよび買いの気配形状ベクトルのクラスター集合 $\{A_i\}_{i=1,2,3,4}$, $\{B_i\}_{i=1,2,3,4}$ を得た。

2.2 気配形状ベクトル空間の分割

得られたクラスター集合を用い、気配形状ベクトル空間全体の分割を行った。具体的には、 $\{A_i\}_{i=1,2,3,4}$, $\{B_i\}_{i=1,2,3,4}$ のそれぞれについて主成分分析を行い、空間の各点がマハラノビス距離最小のクラスターに属するように分割した。

2.3 ブック形状パターンと価格変動の統計分析

売りと買いの $4 \times 4 = 16$ のブック形状パターンの発現と、その後の価格変動の関連性をみる。

2.3.1 ブックデータの前処理

以下の手順で前処理を行った。

1. 一定期間の日中のブックデータをすべて各クラスターに分類。
2. 最良気配値の仲値の変化（上昇または下落）、およびブック形状パターンの変化をイベントとし、ブックデータの時系列をイベント時間による時系列に変換。

2.3.2 各変動パターン発現後の価格変動確率分布の計算

連続した2イベントのブック形状パターンの変化をひとつの変動パターンとし、(第1ブック形状パターン) × (仲値の動き: 上昇, 横ばい, 下落) × (第2ブック形状パターン) = $16 \times 3 \times 16 = 768$ 通りに分類した。その後、各変動パターンに対して5イベント後までの仲値の動きの統計値を計測し、その確率分布を計算した。

3 解析結果

3.1 気配形状ベクトルのクラスター分析

2004年9月1日から2007年8月1日までの東証主要225銘柄の日中ブックデータに対して分析を行った。本論文では特に流動性の高い銘柄として野村証券(証券コード8604)をとりあげる。野村証券の日中ブックデータから10000ティックを無作為に抽出し、各ティックから気配形状ベクトルを取得してクラスター分析を行った。図1, 2, 3はそのクラスター分析の結果である。売り, 買い共にV1が最良気配に対応する。クラスター1は最良気配株数が最も大きい形状であり、クラスター2は2番目, クラスター3は4番目, クラスター4は5番目が最も大きい形状である。これらは売り, 買いともに見られる傾向で、同じようなクラスターが抽出できたと考えられる。

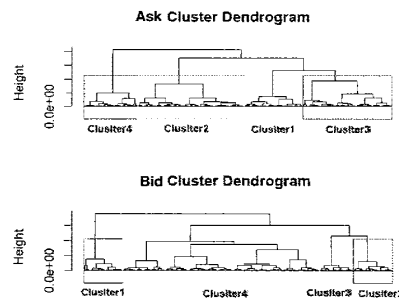


図 1: 売り・買い形状クラスターの樹形図

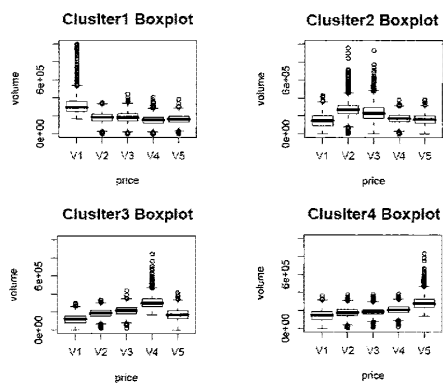


図 2: 売り形状クラスターの箱髭図

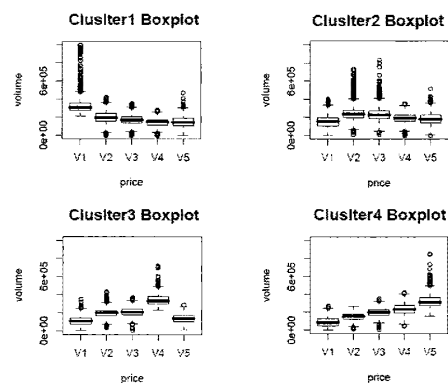


図 3: 買い形状クラスターの箱髭図

3.2 各パターン発現後の価格変動確率分布

再び一例として野村証券株のブックデータを用いる。ここでは2007年8月16日までの250営業日の日中のブックの変化を集計し、各変動パターンの発現と、その後の価格変動の確率分布を計算した。気配形状ベクトルの分類には4.1のクラスター分析の結果を用いた。

5イベント時間後の価格変動の平均値と、各変動パターンの出現頻度の分布の様子を図4に示す。縦軸の出現頻度は、各パターンの出現確率を $1/768$ （総パターン数）で規格化したものである。つまり、1を超えたものは出現頻度が標準よりも大きい、といえる。

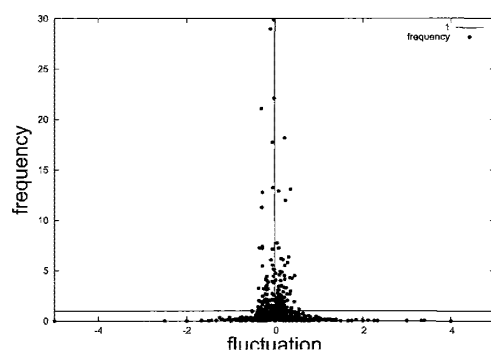


図 4: 変動パターンの平均価格変動とその出現頻度

4 まとめ

以上のような分析により、ブックの代表的な形状は売りと買いについて対称的なことが示された。また、そのようなブック形状の変動の履歴がその後の短期的な価格変動に影響を与えることもわかった。今後の展望としては、本稿で考慮しなかったブックの売りと買いの注文総数を変数に加え、ブック上の売りと買いの偏りが価格変動に与える影響を考慮した分析を行うことが考えられる。

参考文献

- [1] J.-P. Bouchaud, M. Mezard, M. Potters, Statistical properties of stock order books: empirical results and models, *Quant. Finance* **2** (2002) 251.
- [2] J. Maskawa, Correlation of coming limit price with order book in stock markets, *Physica A* **383** (2007) 90.
- [3] I. Zovko, J.D. Farmer, The power of patience: a behavioral regularity in limit-order placement, *Quant. Finance* **2** (2002) 387.