

## 執行コストの評価とベスト・ エグゼキューション

野村総合研究所

クオンツリサーチ室

研究員 川 原 淳 次

### 目 次

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1.はじめに              | 4.取引コストの最小化         |
| 2.データ               | (1)市場観測             |
| 3.取引コストの評価          | (2)市場参加者と取引手法の分類    |
| (1)トレーディング・ゼロサム・ゲーム | (3)シミュレーション上でのコスト比較 |
| (2)取引コストの評価法        | 5.まとめ               |
| (3)イントラディ・データからの評価例 | 参考文献                |

日本の株式市場についてその機能と構造をもとに実際の運用におけるトータル・トランザクション・コストの評価について述べる。運用におけるコストは投資決定時点から実際にオーダーを出すまでのポートフォリオ・マネジャーに依存する部分とオーダーを出してから実際に売買が完了するまでのトレーダーに依存する部分がある。ベスト・エグゼキューションとしてそれらコストの最小化を試みるためにには、まず第一段階として、それぞれの評価を明確にする必要がある。ここでは、トータル・コストとは何か？さらに、ベスト・エグゼキューション（最良執行=運用の効率化）を行うための戦略的取引手法について述べる。

本論文でのテーマは2つある。1つは執行の優劣を比較するための評価基準を提案することである。本論文では出来高加重平均価格をベースとし、その難易度を調整した指標を評価尺度とする。もうひとつのテーマはトレーディング手法の有効性を検証することである。執行にかけた時間とコストとはトレードオフであり、取引規模が大きくなるとコストがかかるなどを、東証のイントラディ・データからシミュレーション上で検証した。

川原淳次(かわはら じゅんじ) 東京農工大学大学院工学研究科修士課程修了、1988年野村総合研究所入社、1990年から米国サンフランシスコ NRITI (Nomura Rosenberg Investment Technology Institute) へ出向、1994年より現職。

## 1. はじめに

まず、トータル・コストの定義を行う。トータル・コストとは、取引するためにかかった全体の費用コストである。そして、それは運用サイドのコストと言ふことも出来る。すなわち、投資決定時点から実際にオーダーを出すまでのポートフォリオ・マネジャーに依存する部分と、オーダーを出してから実際に（ポートフォリオの設定やりバランス）売買が完了するまでのトレーダーに依存する部分に分けられる（図1）。運用サイドのコストは、手数料、取引コスト、さらにはリサーチ・コストや人件費などの運用管理コストを含めたコストであり、証券会社サイドのコストとは、その一部である取引コストに帰着できる。米国では一般に、ファンドのパフォーマンスを見る際、銘柄選択効果とタイミング効果（トレーディング効果）を明確にするため、ポートフォリオ・マネジャーとトレーダーは完全に分業体制にあり、それぞれのパフォーマンスが別々に評価されることが多い。最近、トレーディング自体の評価を行う運用機関が現れ始め、日本においても機能分離の動きが出始めている。

トータル・コストを評価する方法として、大きくは2つの方法が提案されている。1つは、トップダウン的にコスト全体を測定し、要因分解する方法、もう一つは、ボトムアップ的にコストの構成要素を測定し、積み上げる方法である。トップダウン・アプローチの一つとして、Treynor (1981)、Perold (1988) が提唱した“Implementation Shortfall”という概念があ

図1 運用サイドと証券会社サイドのコスト

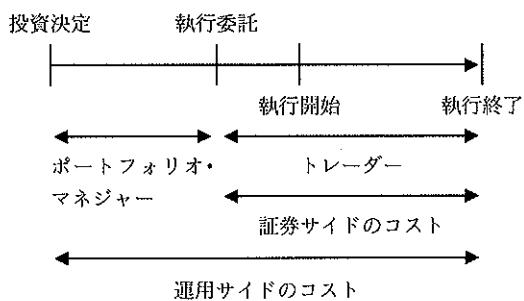
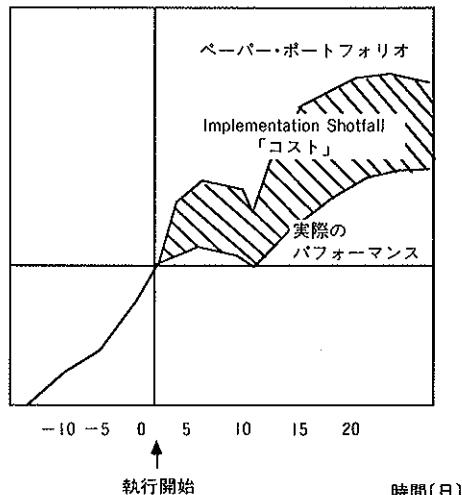


図2 取引コストの定義

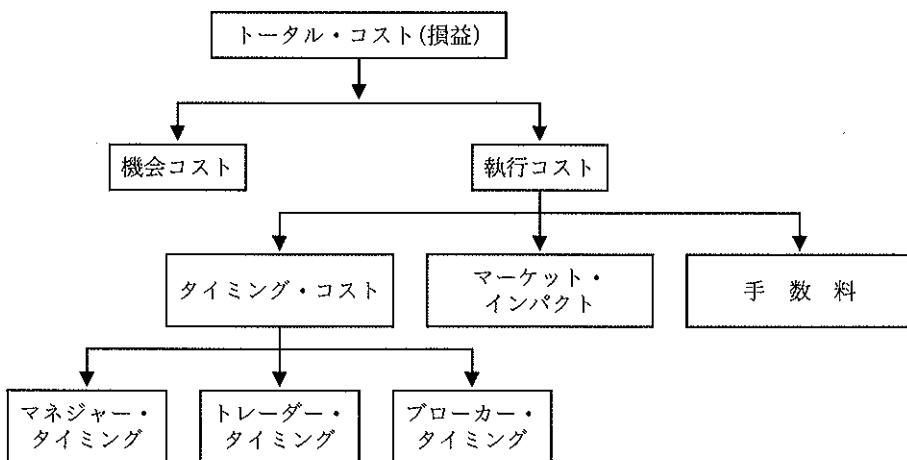
累積リターン(%)



(出所：PLEXUS Group プローシャー)

る。この考え方では、ペーパー・ポートフォリオのパフォーマンス(アスクとビッドの仲値で計算)と実際の運用結果との差をコストとして評価している(図2)。そして、さらにこのトータル・コストを要因分解する(図3、Wagner, 1992)。Wagnerは、このコストが取引規模、投資スタイル、注文方法、市場流動性と密接に関係するとしているが、Leinweber (1994)の分析ではサイズ、スタイルとの関係は、明確には現

図3 トータル・コストの分解



$(\text{マーケット} \cdot \text{インパクト}) = (\text{取引価格}) - (\text{注文価格})$

流動性を買うためのコスト

(タイミング)

= (意思決定から注文までの価格変化)

流動性を探すためのコスト

(機会コスト)

= (注文時から4日目の終値との差)

取引されなかった時のコスト

(出所: PLEXUS Group プローシャー)

表1 取引コストの構成要素

(1) Explicit Trading Costs = 手数料

- 株券委託手数料
- キャピタルゲイン課税
- 有価証券取引税
- 取引所税
- 消費税
- 法人税

(2) Implicit Costs of Trading

- 気配スプレッド
- 価格インパクト

(3) Implicit Costs of Non-Trading

- 機会コスト

(出所: Modest, 1993)

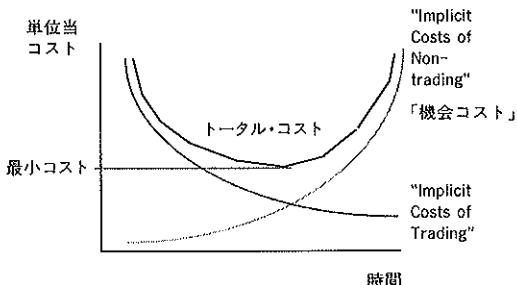
れていらない。Wagner の分析の最大の利点であり弱点は、注文時の時刻と数量、価格が必要な点である。現状の日本では、注文データは運用

サイド、イントラディの価格・出来データは証券会社サイドにあり、相互のディスクロージャーはあまりなされていない。

ボトムアップ・アプローチの一つとして、トータル・コストを定義する手法が Modest (1993) によって提案されている。コストを構成する要素は 3 つある(表1)。そして、これら 3 つの合計値がコストである。運用サイドのコストを考える場合、厳密にはこの他に運用管理にかかるコストも含める必要がある。

ここで、手数料は固定コストとして注文サイズによって一定率で決まるものである。コストの最小化を考える場合、手数料は 1 日の中で売買するか数日かけるかによってその大きさは左右されるが、評価自体は容易であるといえる。

図4 コストと時間の概念図



(出所: Collins&amp;Fabozzi, 1991)

手数料に対して他の2つの要素は、変動コストとして最小化を考えなければならない部分である。ただし、機会コストについては評価が困難であり、コンセンサスとしての定義もまだないため、本論文では取り扱わない。ここで問題とするのは、Wagnerのいうマーケット・インパクト部分であり、Modestのいう“Implicit Costs of Trading”である。コストと執行にかける時間は、トレードオフ関係にあるとされている(図4、Collins & Fabozzi, 1991)。コストは、時間をかけながらタイミングを図ることによって小さくなるが、機会コストは取引しなかったことによるコストとなって現れてくる。結果として、トータル・コストは図4のような凹関数になり、概念上は最小化が図れることになる。機会コストは、直接観測出来ないが逆算的に求めることは可能であるとしている。

$$\text{(機会コスト)} = (\text{期待リターン}) - (\text{実際のリターン}) - (\text{Implicit Costs of Trading}) - (\text{Implicit Costs of Non-Trading})$$

以下、第2章ではまず、分析に用いたデータについての解説を行う。第3章では、トレーディングの優劣を評価するための指標を提案する。ここでは、出来高加重平均価格を基準とし

ているが、さらに難易度の指標としての出来高偏差価格での調整を行っている。第4章では、日経225の現物バスケットを対象に、戦略的取手法の有効性をシミュレーション上で評価する。時間をかけた取引を避け、即時的に流動性を確保するために成行注文を行う(Impatient)トレーダーとタイミングを図り指値注文で時間をかけて取引を行う(Patient)トレーダーのコストの違いを評価する。最後に、第5章はまとめである。

## 2. データ

実際の分析に用いたデータは東証64K相場報道システム(以下東証64Kと呼ぶ)から得られた取引データを使用している。これは、東証が会員に配信している取引電文である。ここでは、主に出来高加重平均価格を用いた分析を行っているが、システムの制約上、ごくまれに、約定価格とその出来高が特定出来ない場合がある。その時は、一定のルールで計算を行っているため、真実の値とは微妙に異なる点があることを注意されたい。分析期間は1994年4月28日—1994年9月22日までの約5ヶ月間である。対象は日経225採用銘柄であるが、データは東証1部の個別銘柄電文より得ている。1994年9月現在東証1部上場銘柄数は1,237銘柄、内150銘柄が立会銘柄として立会場で取引されている。東証64Kでは、各個別銘柄についての約定値、出来高、さらに立会銘柄を除き、気配値(ベストビッド・ベストオファーのみ)が配信されている。気配値がある場合はその値を用いるが、気配値のない場合は、過去の価格系列からおおよその

## ※※※※ 特 集

気配を推測している。

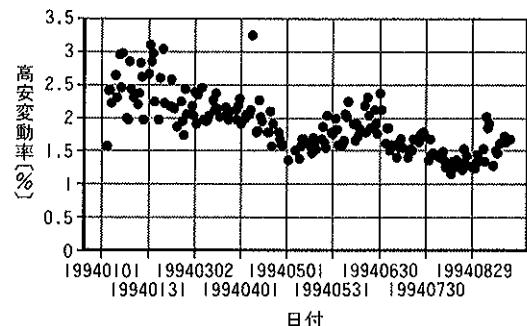
また、自分が発注した注文が実際に約定されたか否かの判断は非常に困難である。シミュレーション上での評価をする場合、いくつかの前提条件を置く必要がある。実際に指値をしたとしても、実際の場に届くまでのタイムラグや、時間優先の原則により、同じ指値価格の会員が多数いる場合、自分の取引の順番を考慮する必要がある。しかし、ここではいつも自分の注文が最優先という前提でシミュレーションを行っている。さらに、現実では、もし指値をした場合、その指値を提示することによって新たなる取引相手が生じる可能性がある。シミュレーション上での指値は、ある取引の直前に注文を出し、それ自体は市場になんら影響を与える前に取引が完了されたと認識することになる。このように取引執行のシミュレーション上、いくつか非現実的な状況が生まれるが、各銘柄間や、各取手法間の比較を行う場合、同じ条件下でのシミュレーションとなり、その相対量には意味があるものと考える。

### 3. 取引コストの評価

#### (1) トレーディング・ゼロサム・ゲーム

トレーディングはゼロサム・ゲームであるといわれる。1日の中である銘柄を買う場合を考えてみると、あるトレーダーはその日の安値で買い、あるトレーダーは高値で買っていることになる。逆に、売りの場合はその相対者を考えればよい。すなわち、同じ銘柄を売買しても、高値と安値の価格差が生じている。高値で買っ

図5 高安変動率の推移（東証1部平均）



たトレーダーと安値で買ったトレーダー間には $(\text{高値} - \text{安値})/\{\text{高値} + \text{安値}\} \times 100\%$ の損益関係が生じているといえる。まず、最初に東証1部全銘柄を対象に、高安の変動率 ( $2 * \{\text{高値} - \text{安値}\} / \{\text{高値} + \text{安値}\}$ ) の単純平均値の推移を図5に示す。年初から8月末までの銘柄間期間平均は、1.79%であった。この期間、最高と最悪のトレーディングの差が、平均1.79%のコストとして見積もれるということになる。トレーディングを行いうものとして、この1.79%という数値は無視出来ないものである。Leinweber(1994)は、優秀なトレーダーは、トレーディング・ゲームにおいて勝者となる可能性が高いことを示唆している。ここで注意しなければならないのは、この数値は単純に取引量を無視して高安の平均値をベースに評価している点である。また、株価変動のボラティリティが大きければ、高安変動も高くなり、トレーディングでの優劣の差が明確になる。以下の分析では、より合理的評価基準としてリスク調整後の出来高加重平均価格を用いた。

#### (2) 取引コストの評価法

ここでは、執行コストとして、Modestのいう“Implicit Costs of Trading”をもとに、取引の

優劣を評価する方法を提案する。“Implicit Costs of Trading”は、スプレッドと価格インパクト要因に分けられる。スプレッドは取引の即時性のコストであり、価格インパクトは注文数量に対するコストである。Harris(1990)は、“Implicit Costs of Trading”を、次のように定義している<sup>1</sup>。

$$\text{(Implicit Costs of Trading)} = \langle \text{取引価格} - (\text{ファンダメンタル・バリュー}) \rangle$$

ここで、ファンダメンタル・バリューとは、個別銘柄の決算情報等のファンダメンタルによって決まる価値である。しかし、実際はこのファンダメンタル・バリューをベースに市場での需給要因が加味され、取引として価格を生じる。すなわち、ファンダメンタル・バリューを直接観測することはできない。そこで、市場の取引価格からファンダメンタル・バリューを推測する方法がいくつか提案されている。Harris(1990)は、アスクとピッドの仲値を使用してファンダメンタル・バリューの代理変数としている。この場合の問題は、その取引が即時的でなくてはならないこと、スプレッドは時間的に安定しないこと、またスプレッドはサイズに依存するということである。さらにこの場合、コス

<sup>1</sup> 川原・村瀬(1993)はこれをマーケット・インパクトとして定義している。狭義のマーケット・インパクトはある時間にある取引量を一度に売買したとき、その取引自体によって生じた価格変動である。前述の論文では、広義のマーケット・インパクトとして取り扱っており、本論文では狭義のマーケット・インパクトとは区別し、それをコストとして扱った。

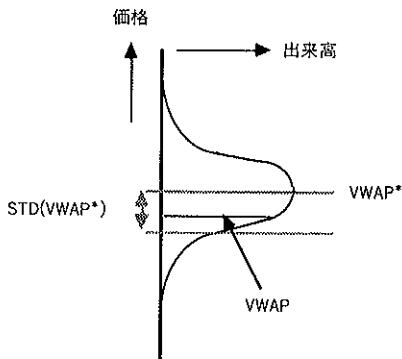
<sup>2</sup> 厳密な意味でのマーケット・インパクトを考える場合は、スプレッドの効果に加え数量効果も加味する必要がある。

トというよりは、マーケット・インパクトとしての意味合いが強くなる<sup>2</sup>。一般にはよく高安の仲値を用いているが、これは機会コストを含めて評価することになり、参加者が見掛けの評価をよくするために、高値や安値を意図的に操作することも出来る。Berkowitz、Logue、Noser(1988)は、出来高加重平均価格を用いて評価を行っている。この場合の問題点は、高安の仲値を用いた場合と同様、トレーダーが意図すること(ゲーム)ができることと、式の定義上、全取引を自分で行うとマーケット・インパクトが0になってしまうことである。トレーダーが意図するとは、自己の取引を市場の出来高加重平均価格に近づけるのではなく、市場の出来高加重平均価格を自己の大商いによって動かし、見掛けのパフォーマンスを向上させようとする事である。さらに、終値を基準にしての評価もあるが、Harris(1993)や川原(1994)が示すように、終値のアノマリ－性を指摘されることがあり、適切とは言えないと考える。

本節では、出来高加重平均価格基準によって取引評価を試みる。実務家レベルでは、Bloombergの端末でもリアルタイムで、出来高加重平均価格や出来高分布データが提供されており、米国の年金運用を中心として、出来高加重平均での評価法が定着しようとしている。上で述べたように、トレーダーが市場の全取引に対して自己ポジションの量が高いと、ゲーム出来るという問題に対しては、全取引の30%以内の取引量におさえた場合にのみ評価するというような制限がつけられる場合もある。本稿でも同様に、取引の占有率がそれほど大きくないこと、トレーダーは市場の出来高加重平均価格に大きな影

❖❖❖❖特 集 ❖❖❖❖❖

図6 出来高分布概念図



響を与えようとする意識がないことを想定している。そしてこの場合、市場の全取引の出来高加重平均価格(VWAP\*; Volume Weighted Average Price)と自分の出来高加重平均価格(VWAP)の差をコスト評価の値として用いることが可能である。さらに、マーケット・インパクトではなく、コスト評価の基準として用いる場合はトレーダーに一日の売買猶予を与えることによる弊害はないものと考える。

基本的な取引の評価は以下のように定義する。この式で、正値はアウト・パフォーム、負値はアンダー・パフォームである。

$$\phi = \text{買評価} ; (VWAP^* - VWAP)$$

$$= \text{売評価} ; (VWAP - VWAP^*)$$

市場の出来高加重平均価格;  $VWAP^*$

$$= \sum (v_i / V^*) * P_i$$

自分の出来高加重平均価格;  $VWAP$

$$= \sum (v_j / V) * P_j$$

ここで、 $i$  は市場全体の取引数、 $j$  は自分の取引数、 $V$  は全取引の出来高、 $v$  は一取引の出来高、 $P$  は取引価格

これを、ある銘柄についてその分布とみると図6のようになる。ここで正値をもったトレ

ダーリに対し、負値をもったトレーダーが存在することになる。

この値を用いた一般的評価方法は、市場平均に対するパフォーマンス評価であり、次式のように定義する。

$$\delta = \text{買評価} ; (VWAP^* - VWAP) /$$

$$VWAP^*[\text{b.p.}]$$

$$= \text{売評価} ; (VWAP - VWAP^*) /$$

$$VWAP^*[\text{b.p.}]$$

ただし、客観的評価という観点からは、その難易度を調整する必要がある。これは、MPT でいうところのリスク調整後リターンと同意語である。占有率とは別に、出来高分布が広いか狭いかに対して、 $\phi$  の相対位置が問題になる。本論文では、単純な出来高加重平均ではなく、難易度調整後の出来高加重平均価格を評価尺度とする。ここでは、難易度の値として、出来高加重偏差価格(この分布の標準偏差:  $STD(VWAP^*)$ )を用いることによって難易度調整を行う。最終的にトレーディング評価は、以下の式に従う。

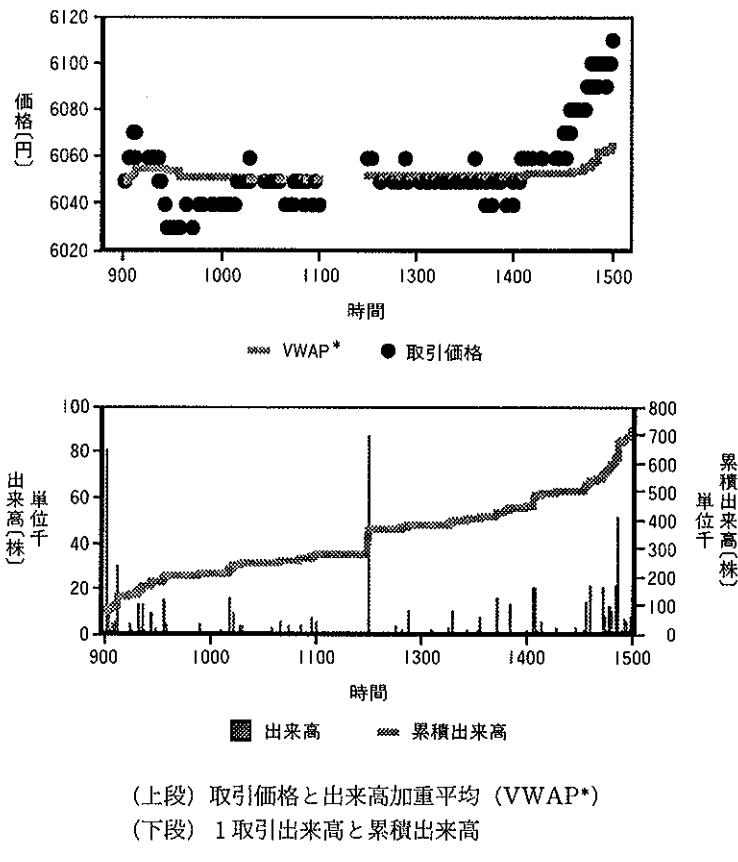
$$\phi' = \phi / STD(VWAP^*)$$

結果として、 $\phi' = 0$  はまさに市場平均でのトレーディングがなされたことを意味するが、 $-1 < \phi' < 1$  の範囲でもほぼ市場並みのトレーディングがなされていると考える。

### (3) イントラディ・データからの評価例

ここでは、実際の個別銘柄のイントラディ・データから評価の一例を示す。データは、1994年8月31日のソニーであり、分刻みの約定価格の推移と、その時点まで計算した出来高加重平均価格の推移、さらに1取引、累積出来高の

図7 ソニーのイントラディ価格と出来高 (1994年8月31日)



推移を図7に示す。実線がリアルタイムベースで計算したVWAP\*であり、大引けにかけての出来高が増加し、同時に価格も上昇しているためVWAP\*も上昇している。

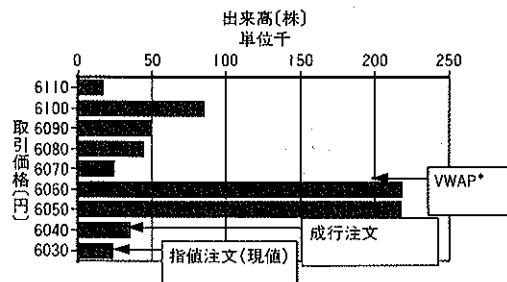
次に、この日のソニーの取引を評価する。表2には、一般的によく用いられる評価基準を掲載した。図8は、取引価格別の出来高分布である。この日の市場全取引での出来高加重平均(VWAP\*)は、6,065円であった。図8には、さらに評価対象となる価格を2つ示した。これは、シミュレーション上で一単位(100株)買取引を成行注文と現値指注文の2通りで行った場合の約定価格である。注文時刻は、9:30を想定し

た（より詳細なシミュレーション・ルールについては、次章(2)のシミュレーション上でのコスト比較を参照されたい）。ここでは、2つの取引価格の評価例を直感的に示すことが主眼である。シミュレーション上では、両注文とも9:31に取引が成立し、成行注文では6,040円、現値指注文では6,030円の取引価格がついた。この日、結果的には相場自体が上昇傾向にあったため、9:30での買注文は高パフォーマンスを示している。VWAP\*が6,065円、STD(VWAP\*)が24円なので、市場平均の取引価格帯は、6,041から6,089円である。成行注文の6,040円( $\phi' = (6065 - 6040) / 24 = 1.042$ )は、ほぼ市場平均並

表2 種々の評価基準 (1994年8月31日、ソニー)

単純平均	6060
高安仲値	6070
VWAP*	6065
STD (VWAP*)	24
始高安終平均	6075
始値	6050
高値	6110
安値	6030
終値	6110
高安変動率[%]	1.32

図8 出来高分布と指値・成行注文 のパフォーマンス (ソニー、1994年8月31日)



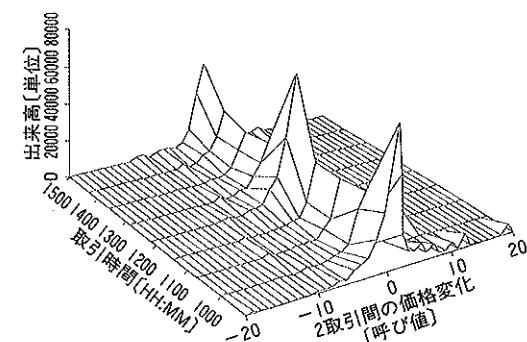
みといえるが指値での6,030円( $\phi' = (6065 - 6030)/24 = 1.458$ )は、十分安値を拾っているといえる。

#### 4. 取引コストの最小化

##### (1) 市場観測

前章では、1銘柄についての出来高分布を見たが、ここでは市場全体の出来高分布を見る。また、その分布を時間帯別に観測した。市場での出来高分布は、市場流動性をみる場合の一つの方法である。図9は、日経平均採用225銘柄を対象とした30分ごとの取引価格別出来高分布

図9 市場全体の出来高分布



である。各個別銘柄での価格変化別出来高分布を30分ごとに、225銘柄、1週間分を合算した。分析期間は、8月25日から8月31日までの1週間である。価格の軸は、取引価格そのものではなく、2取引間の価格変化を呼び値(ティック)単位で表示したものである。時間軸は場の開始9:00から終了時15:00までを30分刻みにしている。ただし、11:00から12:30での昼休みは除いてある。ここで、時間軸最初の目盛は9:30であり、この前場寄り30分の価格変化は、前日終値から計算したものである。この時間帯は板寄せ取引も含まれるが、出来高分布の裾野が広い。このとき、前場寄り30分での分布が、正に片寄っている。さらに、後場寄り30分は、同じ価格での取引が比較的多い。ここでは割愛したが、同時に時間帯別の断面での分布をみると、ザラバでの分布型は比較的対称で分布も小さいが、寄りと引けでは、その形状が片寄ることが多い。言いかえると、引けや寄りでは、トレーディングの優劣が出やすいともいえる。また、市場流動性をこの出来高分布の形状(分布の広がりと対称性)によって定義すれば、取引の優劣が市場流動性によって大きく左右されるとい

うこともいえる。以下の分析では、板寄せによる寄り値とザラバでの取引価格が混合していると思われる前場寄り30分は、取引形態が違うためシミュレーションから除く。そこで、出来高分布が比較的安定する9：30以降を注文時間としている。

## (2) 市場参加者と取引手法の分類

マーケット・マイクロストラクチャーの論点において、市場参加者の分類がなされるが、概念の違いによっていくつかの分類法が挙げられる。ここでは、以下の取引執行シミュレーションの理論的背景になると考え、一般的な2つの分類法を示す。さらに、それらの市場参加者が、取引に関して用いる注文方法と注文の出し方にについて述べる。

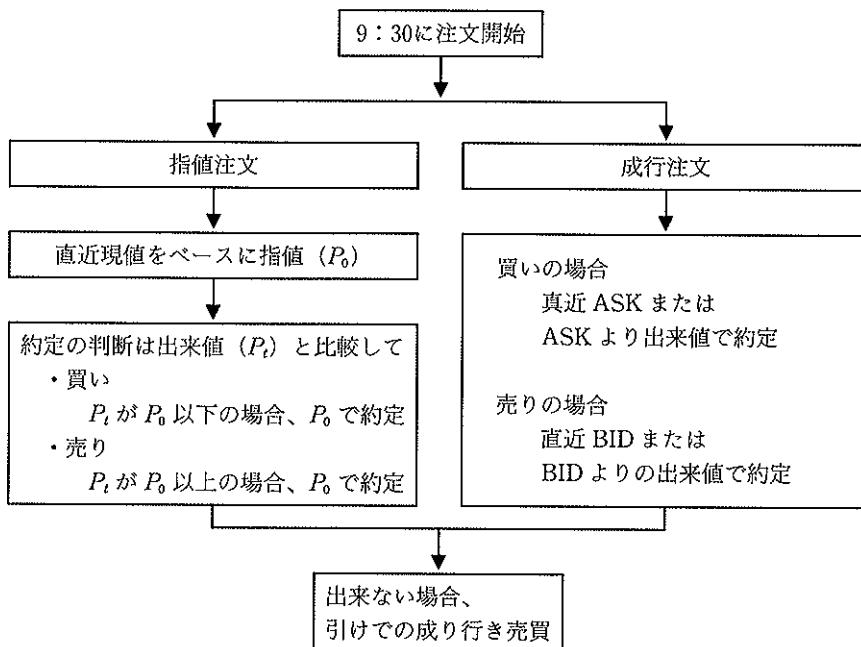
市場参加者は、取引動機によって2つに大別される(Grossman 1976)。最初の市場参加者は、投資判断に役立つ情報（例えば決算情報）をもとに売買を行う Informed Traders。もう一方の市場参加者はポートフォリオの設定やりバランスのようにどうしても売買しなければならない立場にある Liquidity Traders（または Uninformed Traders、Noise Tradersともいいう）である。前者は、売りと買いとの差がコストを加味して十分益が得られれば売買を行う。このとき、注意しなければならないのは、Informed Traders が持っている情報の質である。その情報が、株価にインパクトがあればあるほど、また他の人に知られていないほど大きな意味を持つ。Informed Traders は自分の持つ情報からその株価の妥当価格を割り出し、市場価格が妥当価格より低ければ成り行きで買

い、高ければ指値をすると考えられる。これに對し、Liquidity Traders は執行の優劣を気にせず、最大の効用は売買を完了することであるため、成り行き売買によって即時的な取引を行おうとするだろう。Liquidity Traders は機會コストを最小化し、取引にかける時間を犠牲にして取引の確実性を買うことになる。Informed Traders は時間という概念より、益をだす基準価格と市場価格との差のみが効用となる。トレーディングをゼロサムゲームと考える場合、同じ銘柄の売買の一方が Informed Traders で相対者が Liquidity Traders の場合、結果として瞬間的な損益が両者によって決定される。基本的な取引戦略は Informed Traders は指値注文をベースとし、Liquidity Traders は成り行き注文を基本戦略とするものと考えられる。市場において、Informed Traders は流動性提供者、Liquidity Traders は流動性需要者となる。この 2 つの市場参加者と、米国であればマーケット・メイカーが存在することになるが、ここでは、上記の 2 つの参加者を考える。

次の分類法は、取引にかかる時間に対する効用の違うトレーダーについての分類である。これは、Patient Traders と Impatient Traders に分けられる。Patient Traders とは、即座に取り引きする必要がなく、指値をしながらマーケットが取引希望価格に近づくまで待つトレーダーで、Impatient Traders は、逆に待たずに成り行きで流動性を確保するトレーダーをいう。

結局、以上に述べたような動機の違い、効用の違いが流通市場での投資機會と均衡価格を生む。情報の偏在、動機の違う市場参加者によって市場は受給バランスを保っている。Boduath-

図10 トレーディング・シミュレーションのためのアルゴリズム



a、Quinn(1990)はPatient Tradingは低コストな取引手法であると指摘している。Liquidity-seeking program tradingのコストが2.5-3.5%であるのに対しPatient Tradingは2.13%である。Leinweber(1994)、Wagner & Schulman(1994)もPatient Tradingの低コスト性を指摘している。

さらに、取引手法に関する分類法として、Wagner(1994)は、Passive TradingとActive Tradingという分類を行っている。ここでいうPassive Tradingとは、通常資産運用におけるシステム運用とは違い、取引執行に対してPassiveな取引方法のことを示している。Passive Tradingとは、ベストビッド（アスク）の少し下（上）で指値をし、よりよい価格で取引できるまで待つことで、上述の分類に従えば

Patient Tradersである。Passive Tradingのもつリスクは、時間を犠牲にしたり、スプレッドを広くしすぎて取引できない場合や、相対者がより良い情報をもっている場合である。これに對し、Active Tradingは市場価格が割安であると判断した時、即時に成り行きで流動性を確保する手法である。Active Tradingのもつリスクは、自分のもつ情報の不確実性と、もうすでにその情報が織り込まれている場合、相手がよりよい情報をもっている場合である。Passive TradingはActive Tradingに比べ低コストで売買ができる手法である。結局、基本的なトレーディングストラテジーは以下の3つである。

- 1) 市場流動性をみて成行
- 2) 指値をしてマーケットが近づくまで待つ
- 3) マーケットが近づくまで注文を見合わ

せ、タイミングを見計らって成行か指値をする

### (3) シミュレーション上のコスト比較

前節述べた基本的な2つの取引手法（成行注文と指値注文）について、トレーディング評価という観点から、どれくらいのパフォーマンス差（執行コスト差）を生じるのかを検証する。

#### (3)-1 バスケット・シミュレーション

売買対象として、日々ある程度の流動性を確保できていると思われる日経225の現物バスケットを考える。1日の中で225銘柄を1単位づつ買い付ける（または売り付ける）バスケット売買を想定している。この売買を毎日繰り返し、その平均的パフォーマンスを観測した。このシミュレーションのためのアルゴリズムを図10に示す。ここでは、9:30に注文をだし、注文時点以降の約定価格を見て自己取引が約定できたかどうかを判断する。例えば、成行注文での買いは、それ以降最初にASK寄りでついたと思われる価格（ASK/BIDがある場合はその仲値以上、そうでない場合は直近2つの価格をもとにした平均価格より高い価格）で約定したものとする。指値注文での買いは注文時点以降において、約定値が指値以下の時、指値価格で売買が成立したものとする。指値注文は、さらに2通りの指値方法を採用した。1つは9:30時点での直近現値を用いた指値注文であり、もう1つはその現値から1呼び値（ティック）ずらす（買の場合は1ティック下、売の場合は1ティック上）指値注文である。1ティックは千円以下は1円、一万円以下は10円というように、その価格に対し0.1~1%の範囲にある。そのため、1

図11 成行注文に対する指値注文の累積パフォーマンス（買）

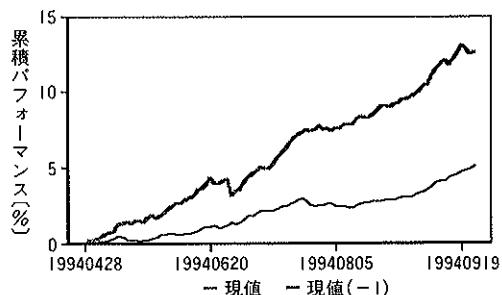


図12 成行注文に対する指値注文の累積パフォーマンス（売）

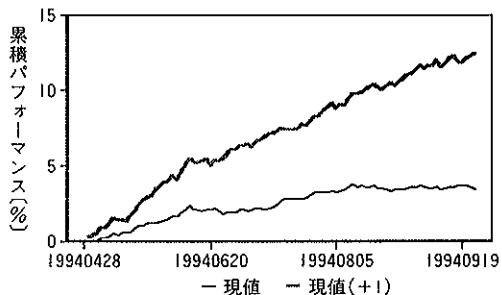


表3 日経225現物バスケットの平均コスト

#### (1) パフォーマンス ( $\phi$ , $\alpha$ )

	買	売	売買差 (買-売)
$(\phi)$	成行	-5.90	-18.54
	現値指値	-0.52	-14.88
	現値(1)指値	6.92	-5.93
差(対成行)			
$(\alpha)$	現値指値	5.38	3.66
	現値(1)指値	16.10	12.61

単位：[b.p.]

#### (2) 難易度調整後パフォーマンス ( $\phi'$ )

	買	売
成行	-0.069 (0.110)	-0.102 (0.111)
現値指値	-0.014 (0.123)	-0.063 (0.116)
現値(1)指値	0.064 (0.098)	0.015 (0.094)

## \*\*\*\*\* 特 集 \*\*\*\*\*

ティックずらすことによって、およそ最大1%弱のコストセーブが見積もれる。

次にシミュレーション結果を示す。ここでは、パフォーマンスの優劣をより直感的に与えるために、パフォーマンス評価として2-(2)で定義した $\delta$ を用いる。日次での各取引手法による225銘柄の単純平均 $\delta$ を求め、成行注文に対する差を相対パフォーマンス評価値( $\alpha$ )とする。

$$\alpha = \delta(\text{指値}) - \delta(\text{成行})$$

図11(図12)は、買い(売り)シミュレーション上で、日次 $\alpha$ を累積したものである。表3-(1)には、日次の $\delta$ 、 $\alpha$ の平均値を掲載した。成行と現値指値ではVWAP\*に対して、売り買い共にアンダー・パフォームしており、現値マイナス1ティック(現値(1)指値)での買いは、アウト・パフォームを示している。平均 $\alpha$ 値をみると売り買いともに、指値での注文が成り行きに対してアウト・パフォームしている。特に、現値(1)指値は、日経225銘柄の1単位売買を1日で行った場合、買いで16[b.p.]、売りで13[b.p.]のコスト差が生じている。先に、現値から1ティックずらすことによって、およそ最大1%弱のコストセーブが見積もれると述べたが、実際は10[b.p.]程度であった。また、売りと買いとの差は取引手法によらず、約13[b.p.]売りの方がコストがかさんでいる。この売りと買いの非対称性は規制や流動性に関与するものと考えられる。ひとつの見方は、売却時のみに有価証券取引税がかかることやカラ売りの制限等によって、売りのコストは売買前から高めに評価されていると考えられる。または、単純に期間による流動性によるものとも考えられる。いずれにせよ、PatientなトレーディングはIm-

patientなトレーディングに対して十分なパフォーマンスを示すものと考える。表3-(2)は、 $\phi$ を難易度調整した評価基準 $\phi'$ の値である。カッコ( )内の数値は、 $\phi'$ の標準偏差である。数値的には、どの手法もバスケット全体で見た場合、市場平均とほぼ同等なパフォーマンスと言える。しかしながら、成り行きと現値指値が負の値を示しているのに対し、現値(1)指値は、売り買いともに正の値を示している。 $\phi'$ を標準偏差で割った値も現値(1)指値が一番大きいことから、安定的に高パフォーマンスを示すものと考えられる。

### (3)-2 執行コストに影響を及ぼす要因

執行コストは、その取引に要した時間と取引規模と密接に関係があると考えられる。ここでは、前節のシミュレーションを元に、コストと時間、さらにコストと取引規模の関係を検証した。

図13は、(3)-1で示した各取引手法について、その取引が完了するのに要した時間とコストの関係を示したものである。時間は平均時間であり、コストはパフォーマンスの数値を正負逆にしたものである。ここでは、指値として現値から10ティックまでずらした結果を示す。より低コストを目指した指値注文は、取引に要する時間とトレードオフである。成行と現値指値とは、時間はあまり変わらないが、約5[b.p.]程度コストセーブができる、現値から1ティックずらすと1時間程度時間がかかるが10[b.p.]弱のコストセーブが出来る。また、2ティック以上ずらしてもそれほど大きなコストセーブは望めない。売りのコストは平均よりもいつも負に出ていくが、これは9:30指値というシミュレーション

図13 時間とコスト

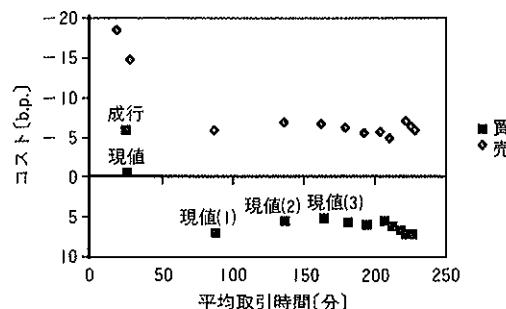
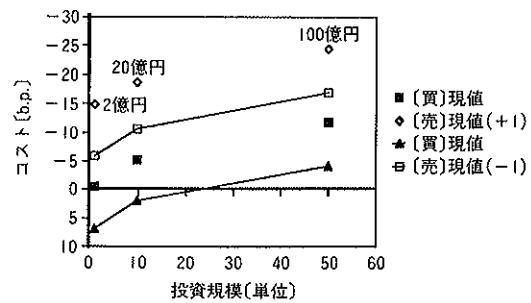


図14 投資規模とコスト



の条件と分析期間の市場動向によるものと考えられる。それらを変える（または変わる）ことによって、単調減少曲線は同じであるが、上下に平行移動したり、傾きが変化すると考えられる。図13は、図4で示した時間とコストの概念図における“Implicit Costs of Trading”的グラフと同じ形状を持つ。しかし、現値から指値を離すことによって、コストセーブの期待値は上昇するが、指値を離しすぎて出来ないことになるリスク（機会コスト）は時間と共に上昇していると考えられる。

また、指値注文の場合において、投資規模とコストの関係を見たのが図14である。(2)のシミュレーションでは、1単位売買のみを想定したが、ここではさらに全銘柄10単位と50単位売買を想定した結果である。1単位のみでの売買は1回の取引のみを考えれば良いが、それ以上のサイズを売買しようとすると数回から数十回の取引が必要になるだろう。シミュレーション上では、約定を判断した時の出来高と自己の注文数量を比較し、出来高の方が多ければ注文はすべて約定したものとし、出来高の方が少なければその差分を引き続き同値で指値するものとする。ここでも、大引けまで出来なかった場合は、

残りすべてを引け成り注文に変更したとみなす。図14では、投資規模が大きくなるとコストも単調に増加している。その規模に対するコストの増加率は線形ではなく、非線形であると思われる。投資規模を1単位（約2億円）から10単位（約20億円）にすると約5[b.p.]コストが上昇するが、10単位から50単位にしても、約5[b.p.]コストが上昇である。取引規模を増やすことによって、自分の取引が市場全体に占める占有率が高くなるとその数値の厳密性は低くなるが、ここでの分析に想定した程度なら問題ないと考える。買いと売りとを比較すると、やはり売りのコストが高く、取引手法間で一貫して10[b.p.]以上の差が生じている。

## 5. ま と め

本論文でのキーワードは、「ベスト・エグゼキューション」＝「運用の効率化」である。Wagner (1993)は、“Best Execution”を「運用で期待される最高の価値を実際のポートフォリオに具現化する過程」であると定義している。例えば、インデックス・ファンドのトラッキング・エラーの大きな部分がコストであると考えられ、こ

## ※※※※ 特

## 集

のコストを最小にすることが「ベスト・エグゼキューション」である。結果としてコストの最小化が運用の効率化をもたらす。その手段が戦略的トレーディングであり、そのための合理的評価基準も統一する必要があると考える。

本論文の1つのテーマはトレーディングの評価方法の提案である。ポートフォリオ運用におけるパフォーマンス評価と共に、トレーディングにおけるパフォーマンス評価も必要である。トレーダーは、ブルーデントマンルール(土波、1994)に則り、すなわち市場平均、またはそれ以上のパフォーマンスを目指して取引執行を行い、その評価を合理的にかつ客観的に行わなければならないと考える。本稿では、従来の出来高加重平均価格を基準とした評価に出来高加重偏差価格という難易度で規格化した指標を用いた。評価基準としての出来高加重平均価格自体についてもまだその有効性についての議論はあるが、現状では一番客観的な指標であると考えられる。しかし、この指標を使う場合、いくつかの注意条項が必要であることを本論中に述べた。この指標は、トレーダーが事前に意図しようとして行った取引はそれを認識出来ない。つまり、流動性の低い銘柄に対して故意に大量売買を行い指標を歪ませることが出来るということである。同様に、全取引に対しあまり自分の取引の占有度が高いと意味をなさない。すなわち、市場全体の取引に対し、評価される取引がイノセントである限りにおいて、この指標は意味をなすものである。

さらに、この論文のもう一つのテーマは、ゼロサムゲームといわれるトレーディングにおいて取引手法が有効であるかを日本の株式市場に

当てはめることであった。ザラバにおけるシミュレーション上では、現値から1ティックずらした指値注文でのPatientなトレーディングは成行注文を用いるImpatientなトレーディングに対し、約15[b.p.]のコストセーブが出来る。ここでは、指値の値として一番単純な現値基準を用いているが、このとき、より有効な指値を算出できるようなモデルが存在すれば、より優れたトレーディングが行えることを示唆するものである。そして、そのパフォーマンスを左右するものは、売買ポジション、取引にかかる時間、取引規模であることを検証した。売りは買いに対して約13[b.p.]コストがかかり、時間とコストはトレードオフであり、取引規模を大きくするとコストがかさむ。さらに、現在の投資理論としてリスクとリターンの概念が定着したが、今度は第3の要素として流動性要素の重要性を考えるべきであろう。流動性としての市場流動性や個別銘柄流動性は取引コストに影響を及ぼすと考えられるが、これについては今後の課題である。また、トレーディング・コストの最小化(コストセーブ)という観点からは、その問題をオペレーションズ・リサーチでいうところの最適化問題として取り扱うことも可能である。Kahn(1993)はBARRAでのポートフォリオ最適化で用いている効用関数にマーケット・インパクトの関数項( $MI$ )も追加し、 $U = \alpha - \lambda \omega^2 - MI$ としてポートフォリオ最適化を試みている<sup>3</sup>。

<sup>3</sup> 現在のBARRAシステムでは、マーケット・インパクトの項の代わりに、一定の取引コストをユーザーが入力するようになっている。

## 参考文献

- Berkowitz, Stephen, Dennis Logue, and Eugene Noser, "The Total Cost of Transactions on the NYSE," *Journal of Finance*, 1988, 97-112
- Bodurtha, Stephen, and Thomas Quinn, "Does Patient Program Really Pay?" *Financial Analyst Journal*, May/June 1990, 35-42
- Collins, Bruce, and Frank Fabozzi, "A Methodology for Measuring Transaction Costs," *Financial Analyst Journal*, Mar/Apr 1991, 27-36
- Grossman, Sanford, "On the Efficiency of Competitive Stock Markets Where Trades Have Diverse Information," *Journal of Finance*, 1976, 573-585
- Harris, Lawrence, "A Day-end Transaction Price Anomaly," *Journal of Financial Quantitative Analysis*, 1989, 29-45
- Harris, Lawrence, "Liquidity, Trading Rules, and Electric Trading System," *Monograph Series of Finance and Economics*, NYU Salomon Center, 4, 1990
- Harris Lawrence, and Joel Hasbrouck, "Market Versus Limit Orders: The SuperDOT Evidence on Order Submission Strategy," *Working Paper*
- Kahn, Ronald, "Optimal Trade Scheduling," ICFA Continuing Education," Execution Techniques, True Trading Costs, and the Microstructure of Markets, AIMR Publication, Dec/ 1992
- Leinweber, David, "Using Information from Trading in Trading and Portfolio Management," *Investment Management Reflections*, First Quadrant, 1, 1994
- Modest David, "What Have We Learned About Trading Cost? An Empirical Survey of the Market Microstructure Literature," *The Berkeley Program in Finance*, 1993
- Perold, Andre', "The Implementation Shortfall: Paper Versus Reality," *Journal of Portfolio Management*, Spring/1988, 4-9
- Schulman, Evan, and Wayne Wagner, "Passive Trading: Point and Counterpoint," *Journal of Portfolio Management*, Spring/1994
- Treynor, Jack, "What Does It Take to Win the Trading Game?" *Financial Analyst Journal*, Jan/Feb 1981, 55-60
- Wagner, Wayne, and Mark Edwards, "Best Execution," *Financial Analyst Journal*, Jan/Feb 1993, 65-71
- 川原・村瀬、「日中における株価変動の分析」、証券アナリストジャーナル、1993/11月号
- 川原、「日中における株価変動の分析」、第2回ファイナンス学会レジメ、1994/5
- 土波 修、「米国におけるブルーデンマンルール」、ニッセイ基礎研究所・調査月報、1994/9