

解 説

日中変動分析がもたらす新たな知見

株式会社シーエムディーリサーチ
代表取締役副社長 尹 熙元

1. はじめに

近年のコンピューター技術の発達に伴って、従来では困難であった金融市場に対する分析手法が発展し始めている。その1つにティックデータ(日中のすべての売買データ)に対する分析技術があげられる。市場での1取引1取引の売買に着目するティックデータ分析は、市場変動に対する究極的な分析手法である。これを自然科学分野で例えるならば「肉眼では判別できなかった微視的世界を、顕微鏡が研究可能にしたこと」に対応するものであろう。顕微鏡が微生物やウイルスの研究を通して医学に多大な貢献をしてきたように、ティックデータ分析は金融分野に大きな影響を及ぼすことになると考えられる。

本解説では、(1) ティックデータによる日中変動分析が従来の日次変動分析と何が異なるのか、(2) なぜ日中変動に着目する必要があるのか、について日経平均先物データを使って具体的かつ平易に議論を展開する(本解説の分析対象市場は株式市場および株式先物・オプション市場を想定するものとする)。

2. 金融工学における市場価格変動分析

市場の価格変動に対する分析は、金融工学の1つの分野として捉えられている。これは、金融工学の目的が資本の有効利用と効率性を図ること¹にあり、その方法論として市場の活用を念頭に置いているためである。デリバティブやリスク管理に関する研究は、「市場での価格変動をどのようにモデル化するか」が主なテーマとなっており、Engleは市場価格変動モデルであるGARCHモデルを構築した功績で2003年にノーベル経済学賞を受賞している。価格時系列モデルはARモデル²を初めとして、ARCHモデル²、GARCHモデル²、GJRモデル²、ERARCHモデル²、NGARCHモデル²、QGARCHモデル²、TGARCHモデル²、SVモデル²、幾何複合Poisson過程モデル³、ジャンプ拡散過程モデル³、幾何VGモデル³、幾何安定過程モデル³、幾何CGMYモデル等³、様々なモデルが作り出されている。これらの1つ1つを吟味して有効性を論じること⁴が金融工学としての役割であるかもしれない

が、筆者は従来の価格変動のモデル化やその研究の方向性に対して、ティックデータ分析が新たな発展をもたらすものと考えている。それは、価格形成のメカニズムに対して新たな知見を与える可能性であり、実際に経済物理学という新たな研究分野がティックデータに対する興味深い研究結果を出し始めている(経済物理学については高安ら⁵、およびSornetto⁶の著書が最近の研究成果を記している)。次章ではティックデータがもたらす具体的な発展や新たな知見について記す。

3. 日中価格変動と日次変動の関係

3-1 価格変動における誤解

市場は「買いが多ければ価格が上昇し、売りが多ければ価格は下落する」と考えられている。しかしながら、実際には市場において買い(売り)が多ければ価格は成立しない。すなわち、市場での価格データとして観測されるものはすべて買いと売りの数量が同数であり、市場の価格は「価格と数量の同時合意」の基に形成(成立)されている(板寄せによる価格形成については直前の需給が価格を変動させているが、価格時系列データ上は板寄せであっても買いと売りの数量は同数である)。それでは「需給ではなく、何が価格を変動させているか」についての議論は非常に興味深い争点であるが、筆者はその1つの考え方を論文⁷としてまとめたので、詳細については論文を参照していただきたい。ここに結論だけを記せば「価格変動は市場参加者の売買に対する積極性の反映」であり、その反映の特徴を捉えるためには個々の売買に着目するティックデータ分析が有効である(ティックデータ分析手法の1つがエージェントシミュレーションである。このエージェントシミュレーションの技術も近年のコンピューターの発展によるところが大きい)。

3-2 価格変動を発生させるものは?

需給ではなく、市場参加者の積極性の反映が価格変動を生んでいると前節で記したが、市場関係者であれば需給が価格変動と無関係であるはずがないと考えているであろう。筆者は、「需給と価格変動が無関係である」と主張しているのではない。筆者の論点は「買いが多いから価格が上昇するのではなく、潜在的な買いが多いから市場参加者が積極的な買い付けを行い、その結果として価格が上昇する」という段階的な価格形成メカニズムが存在するという点にある。そして、この段階的な価格形成メカニズムを分析するためにはティックデータ分析という顕微鏡が必須なのである。さらには、「価格と数量の同時合意という事実」と「連続的な売買機会(ザラバ取引)」という市場環境が、複雑な価格変動を分析する重要な要素なのである。

3 - 3 なぜ、日中価格変動特性と日次価格変動が異なるのか？

「長い時間スケール(日次や週次や月次)では、市場価格のリターン分布は正規分布に近いが、短い時間スケール(数秒や数分)ではレヴィ分布になる」ことが報告されている。高安らはこの現象をARモデルによって説明しているが、筆者は「なぜ、時間スケールによって分布が異なるか」についての概念的な理由を次のように考えている。

日次変動のような長い時間スケールでは、価格データの長さを自分の尺度で判断する。これは、過去1ヶ月に対して現在の価格が割高(割安)と判断する者もいれば、過去1年を基準に価格の割高(割安)を観ている者もいることを意味する。従って、現在の価格が高値にも安値にも判断され、この評価尺度多様性が正規分布に近い分布を生じさせる。

それに対して、日中変動という短い時間スケールではすべての市場参加者にとって高値(安値)は1つであり、現在の価格が同じ尺度で判断される。価格に対する統一尺度が価格時系列データに記憶効果を生じさせ、レヴィ分布に近いリターン形状を生む。

市場参加者の評価尺度多様性と正規分布の関係、および記憶効果とレヴィ分布の関係はエージェントモデル等によって今後、説明されていく機構(メカニズム)であるが、ここで重要な事実、日中変動におけるリスクと日次変動におけるリスク(変動特性)が異なる点である。実際にティックベースのボラティリティと日次ベースのボラティリティにはほとんど相関がない(1日当たり200回以上の売買が成立する上場株式に対して検証済み)。

3 - 4 日中変動の一面面としての日中価格変動

前節に日中変動には記憶効果があると記したが、この記憶効果は価格変動にのみ存在しているのではなく、価格と取引数量を要素に持つベクトル量(2変数)の変動に存在していると想定される。図1に日経平均先物3月物の2004年2月27日の価格出来高変動を記した。横軸はティック時刻(売買を時刻順に並べたもので実際の時間とは異なる)、奥軸は価格、縦軸は出来高(自然基底eを底とした対数出来高)である。

日中変動はこの価格出来高空間の変動として分析することが本質であり、日中価格変動分析はこれを価格平面(図2)写像したものを分析しているに過ぎない。また取引量の分析については出来高平面(図3)に写像したものを分析していることに対応する。

図1 日経平均先物の日中変動(2004年2月27日)

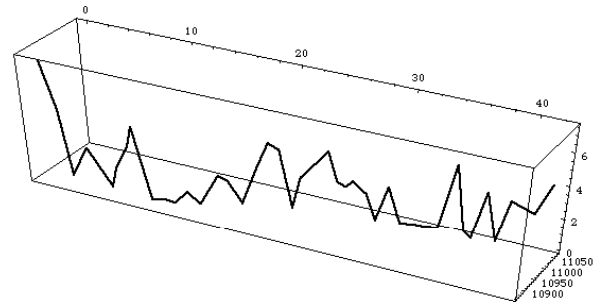


図2 価格平面への写像

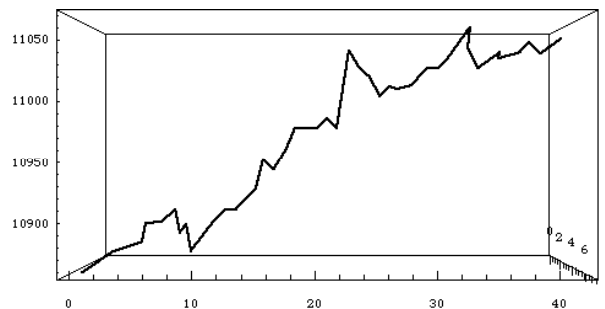
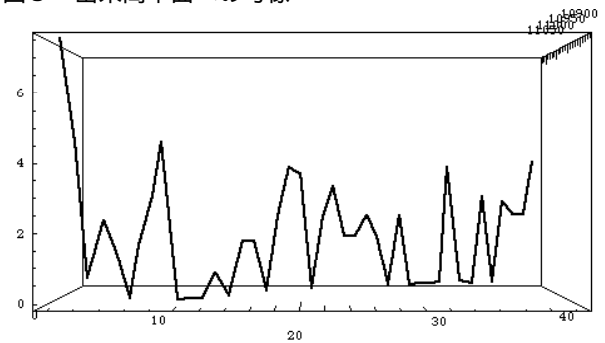


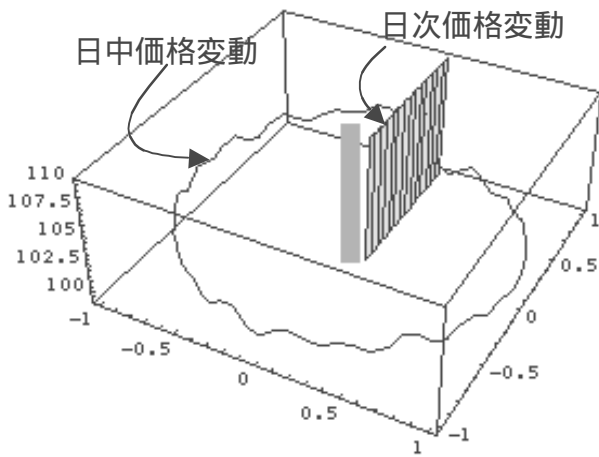
図3 出来高平面への写像



3 - 3 日中価格変動の一面面としての日次価格変動

日次データは日中変動データから最終データ(四本値の場合は初期データとレンジデータ)を抜き出して平面に写像したものであり、この概念図が図4である。図4は時計周りに価格が変動し、1日すると初期面に戻ること示したものである。この1周毎のプロットが日次データに、5周毎のデータが週次データに20数周毎のデータが月次データに対応する。すなわち、日次、週次、月次のチャートが類似する理由は価格データ変動の周回回数が異なるだけで、同じ平面を観ているためである。そして、従来の日次ベースの価格変動分析は、図1に示した本質的な日中変動から情報を落として図2に変換し、さらに図4のように時間方向の情報を劣化させた「2重の情報劣化データ」を分析していたことになる。筆者が推奨するティックデータ分析は、本質的なデータ分析を推奨していることに他ならず、従来の分析では得られる情報が限られていたことになる。

図4 日中価格変動と日次価格変動の関係



4. 実際の日中変動分析

4-1 日中変動分析の方法論について

本質的な日中変動分析は、価格と出来高を構成要素とする2変数のベクトル変動として分析する必要があり、その有力な手段が3-1節で記したエージェントシミュレーションである。本解説では紙面に限られること、およびエージェントシミュレーションの背景、理論、手法に対する議論が非常に多様なことから統計分析による日中変動分析の有効性を紹介するに止める(エージェントシミュレーションに関しては出口(東京工業大)、寺野(筑波大学)、和泉(産業総合研究所)が具体的な分析を行っているので、興味のある読者は彼らの著作をお勧めする)。

4-2 日中変動を考慮した出来高分布について

市場参加者にとって、売買する対象資産(ここでは日経平均先物を想定)が過去に「いくらで、どれくらい売買されているか」は興味のあるところである。実際に、サポート水準や抵抗線を出来高の密集した価格帯として判断することは、市場参加者の平均的な売買コストとの関連から見て合理的である。図5に2003年12月15日から2004年3月11日までの日経平均先物3月物の価格別累積分布を示した。この分布図から抵抗線を11500水準と判断したり、10800水準を現在の市場の中心水準と認識することによって、市場参加者は将来の価格変動に対する相場観を持つ。しかしながら、同期間のティックデータによって分布図を構築すると図6の形状となり、抵抗線的水準や中心水準が日次ベースの分布とズれることとなる。終値によって当日の市場価格を代表させる日次データが実際の出来高分布とズれることは当然のことであり、これは3-3節に記した情報の劣化が原因である。出来高密集価格が市場の動きの転換点になることを考えれば、このズレは誤差として扱うにはあまりに大きな差異である。

図5 日経平均先物3月物日次ベースの出来高分布

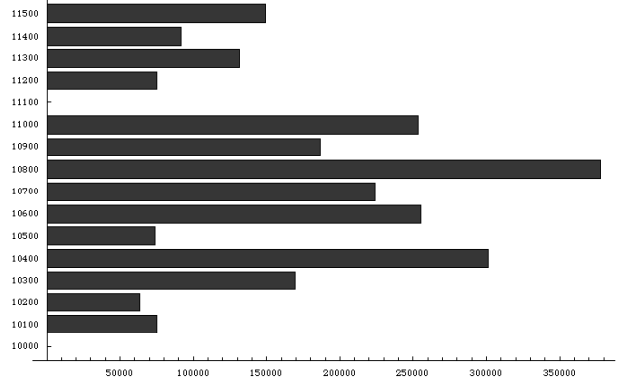
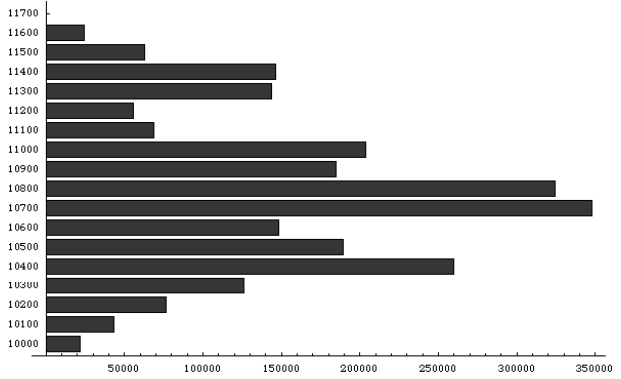


図6 日経平均先物3月物ティックベース出来高分布



4-3 日中変動を分析するための平均化について

日中変動分析のみならず、一般に時系列変動はその順序が重要である(前節に記した分布情報には時系列の順序に関する情報が含まれていない)。日経平均先物のような取引が活発に行われる商品では、日中変動データが膨大(日経平均先物3月物では1日平均3000回の取引が行われる)となるため、日中変動を平均化することがしばしば行われる。1分足や5分足はその典型例である。日中変動データを平均化する際に、原データが持っている情報をできる限り正確に近似することが求められるが⁸、日次変動とは異なり日中変動ではそれぞれのデータ間の時間間隔が異なるため、均等の時間間隔で統計処理(平均化)することには注意を要する。図7には実時間平均(10分毎)による日中変動の近似(均等の時間間隔による平均化)を、図8には取引回数平均(66取引毎:2004年3月11日の取引回数を均等に平均化)による日中変動の近似を記した。図8の時間尺度をティック時間と呼ぶが、図7と図8の差異は、日中価格変動に対する分析においてはティック時間を考慮しなければ、正しい価格変動特性を分析していることにならないことを示している。

5. 結び

ティックデータによる分析は単純な統計処理ではなく、日中変動の本質を踏まえた分析にすることが重要である。

図7 均等時間間隔(10分刻み)の価格変動(日経平均先物3月物:2004/3/11)

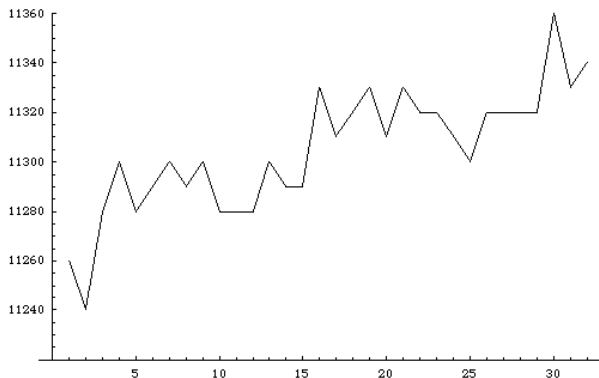
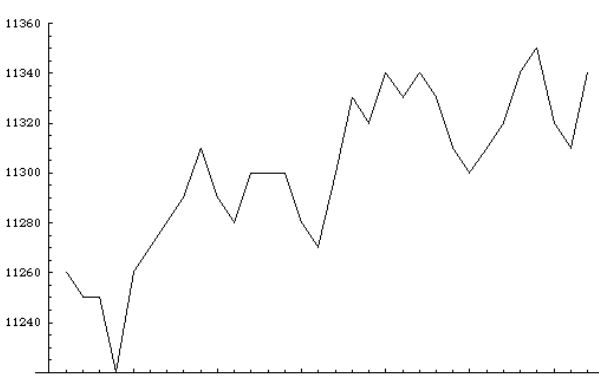


図8 均等取引回数間隔(66取引毎)の価格変動(日経平均先物3月物:2004/3/11)



筆者は、金融工学で中心的な議論になっている「モンテカルロシミュレーションや複雑な高次時系列モデルによって価格の予測精度を高めようとする試み」に反対する

つもりはないが、ティックデータを正しく分析することが「より重要な情報を得る、最も簡便な方法」であり、今後の金融分析を発展させる最も有効な分析技術の一つであると考えている。そして、この有効な分析技術の発展は市場参加者にとって強力な分析ツールになるが、一方で市場参加者に情報格差をもたらす結果にもなりかねない。この点を鑑みれば、日中変動分析への取り組みは必須であると思われる。

参考文献

- 1 刈谷武昭, 2001, 「金融工学とは何か」, 岩波新書
- 2 渡部敏明, 2000, 「ボラティリティ変動モデル」, 朝倉書店
- 3 宮原孝夫, 2003, 「株価モデルとレヴィ過程」, 朝倉書店
- 4 渡部敏明, 2003, 「日経225オプションデータを使ったGARCHオプション価格付けモデルの検証」, 日本銀行金融研究所
- 5 高安秀樹, 高安美佐子, 2002, 「エコノフィティックス」, 日本経済新聞社
- 6 Didier Sornette, 森谷洋之訳, 2004, 「入門経済物理学」, PHP研究所
- 7 尹熙元, 斉藤英雄, 棚橋隆彦, 2001, 「金融市場における日中変動シミュレーション」, 日本計算工学会
- 8 熊谷善彰, 2002, 「金融時系列データのフラクタル分析」, 多賀出版

各種構成銘柄の一部入替えについて

日経平均株価, 日経株価指数300, ダウ・ジョーンズ工業株価及びFTSE日本指数について, 構成銘柄の持ち株会社設立による上場廃止及び定期見直しに伴い, 下記のとおり, 構成銘柄の一部入替えをお知らせします。

記

1 日経平均株価

除外銘柄(コード)	補充銘柄(コード)	実施日
ユアサ コーポレーション(6933)		平成16年3月26日
	ジーエス・ユアサコーポレーション(6674)	平成16年4月2日

2 日経株価指数300

除外(入替前)銘柄(コード)	補充(入替後)銘柄(コード)	実施
マルハ(1333)		平成16年3月26日
	マルハグループ本社(1334)	平成16年4月2日

3 ダウ・ジョーンズ工業株価

除外銘柄(コード)	補充銘柄(コード)	実施日
AT&T	アメリカン・インターナショナル・グループ	平成16年4月8日
イーストマン・コダック	ファイザー	平成16年4月8日
インターナショナル・ペーパー	ペライゾン・コミュニケーションズ	平成16年4月8日

4 FTSE日本指数

除外(入替前)銘柄(コード)	補充(入替後)銘柄(コード)	実施
	新生銀行(8303)	平成16年3月22日

以上