

機関番号：32630

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20510153

研究課題名（和文）株式市場における注文フローの実証研究と暴騰暴落のメカニズムの探求

研究課題名（英文）Empirical study on the order flow and the mechanism of abrupt rise and heavy decline in stock markets

研究代表者

増川 純一（MASKAWA JUN-ICHI）

成城大学・経済学部・教授

研究者番号：30199690

研究成果の概要（和文）：株式市場、外国為替市場など、投機的性格を持つ資産市場において大規模な価格変動が起きるメカニズムを、群れ行動という視点から解明することを目的とした研究を行った。群れ行動は、異なる銘柄間の価格変動の相関や価格の連続的な上昇や下落などに反映されるものと考えた。ロンドン証券取引所や東証のティック・データを用いた分析を行ったところ、価格が大きく変動するとき、銘柄間の価格変動の相関が高まり市場全体に強動的な動きが見られること、同時に価格の連続的な上昇や下落がおきやすくなること、二つの傾向を表す指標間には正の相関があることなどがわかった。

研究成果の概要（英文）：We have studied the mechanism of abrupt rise and heavy decline in stock markets from the perspective of herd behavior of market participants, which has an effect on the cross-correlations of returns among various stocks and the cumulative values of successive losses (drawdown). We have analyzed the time series of stock returns of issues listed on London Stock Exchange and Tokyo Stock Exchange to find that the synchronous movements of whole of issues appear during the period of large price change, and the large drawdown of each issue frequently occur throughout the same period.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 社会システム工学・安全システム

キーワード：株式市場 高騰暴落 群れ行動 銘柄間相関 累積損失 リスク指標

1. 研究開始当初の背景

集合知として、投資家の意見を集約するシステムである株式市場は次のような二つの顕著な特徴がある。一つは、適正価格が原理的に定義できないゆえに、他の市場参加者が「適正価格」についてどのような意見を持っているかが最も重要になる。もう一つは、情報の果たす役割があいまいであること。「重要だと

思われるニュースが株価に影響を与えたり、与えなかったりする」、「暴落の原因となるニュースが特定されない」と言うことが実際に起きている。このような条件下では、意志決定を多数派に委ねる市場参加者の群れ行動により、市場が集合知として機能する条件である「多様性」や「独立性」が失われる状況がごく自然に発生すると考えられる。

しかし、市場参加者全体の群れ行動は、直接的な観測量ではないため、高騰や暴落の予兆としてそれらを捕らえることは難しかった。

2. 研究の目的

本研究は、株式市場、外国為替市場など、投機的性格を持つ資産市場において大規模な価格変動が起きるメカニズムを、群れ行動という視点から解明することを目的とした研究である。具体的には、1)データ解析から、投資家の群れ行動を検証する。2) 買いや売りなど片側への極端な注文の集中を生み出す、価格変動と群れ行動との正のフィードバック機構を解明する。3)株価の高騰や暴落の予兆となる指標を導き出す、の3点である。

3. 研究の方法

- (1) データ解析による投資家の群れ行動の検証。市場参加者全体の群れ行動は、直接的な観測量ではないが、次のような価格変動の特徴に現れるものと考えた:1)銘柄間の価格変動の相関、2)価格の連続的な上昇(ドローアップ)や下落(ドローダウン)。用いたデータは、(a)ロンドン証券取引所の、FTSE100 指数を構成する銘柄(サブプライム問題の波及によって世界中のマーケットが株価の急激な変動を経験した時期である2007年5月~2009年1月と市場が比較的穏やかであった2004年6月~12月を比較した)、(b)東京証券取引所の高流動株(2008年の取引回数top30)と低流動株(2008年の取引回数1001位~1030位)(2004年、2005年、2008年を比較した)に対するザラバ(連続オークション)中のティック・データ(すべての約定が記載されたデータ)である。

価格変動の銘柄間相関の解析。

マーケット開始時から終了時までのザラバ中の1分毎の終値に対しFTSE100構成銘柄(約100銘柄)の対数収益率時系列を作成し、主成分分析を行った。

ドローアップ、ドローダウンの解析。データ(a)(b)のザラバ中の1分毎の終値の対数収益率時系列から、累積的な利得(ドローアップ)損失(ドローダウン)の確率分布を求めた。

- (2) 価格変動と群れ行動との正のフィードバック機構の解明。価格変動のボラティリティは変動の大きさの目安を与えるものなので、市場のアクティビティを表すものと考えられる。

各銘柄の1分間対数収益率時系列から求めた実現日次ボラティリティと1日の対数収益率とのクロス相関を求めた。

FTSE100構成銘柄の対数収益率時系

列から求めた相関行列の最大固有値(第1主成分に対応)と1日の対数収益率とのクロス相関を求めた。

- (3) 株価の高騰や暴落の予兆となる指標。前述の相関行列の最大固有値は銘柄相関の強さを表す指標と考えられる。

FTSE100構成銘柄の対数収益率時系列から日毎のドローダウンの最大値と最大固有値との関係を調べる。

最大固有値の閾値に対する、最大日中ドローダウンの条件付き確率。

4. 研究成果

- (1) データ解析による投資家の群れ行動の検証。

価格変動の銘柄間相関の解析。

・FTSE100構成銘柄(約100銘柄)の対数収益率時系列を作成した相関行列の固有値分布(図1)。

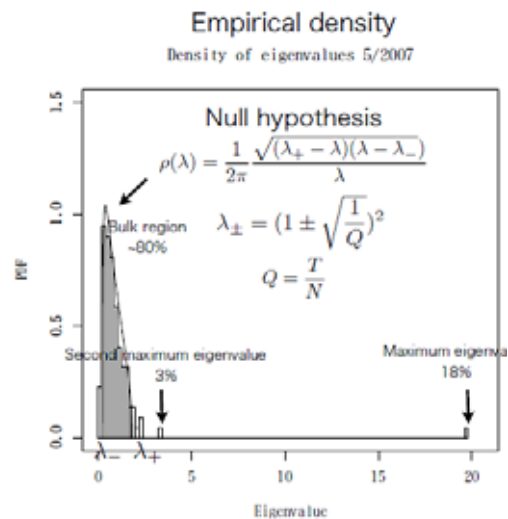


図1

銘柄ごとの対数収益率が独立であるとする帰無仮説のもとでは固有値はすべて λ_{\pm} の間に分布するが、明らかにこの領域から乖離した固有値がいくつか存在する。

・最大固有値の固有ベクトル成分は、すべてのFTSE100構成銘柄に渡りほぼ均一に分布している(図2)。

横軸の番号は業種を表す(表1)。

一方、同じく帰無仮説の領域から乖離した第2番目の固有値の固有ベクトル成分は業種により偏った分布をしている(図3)。このことから、最大固有値に対応するモードは、株価の市場全体の強動的な動き(群れ行動)を表すことからマーケット・モードと呼ばれる。なお、第2固有値は業種などに特徴的な株価の動きを表しているものと考えられる。

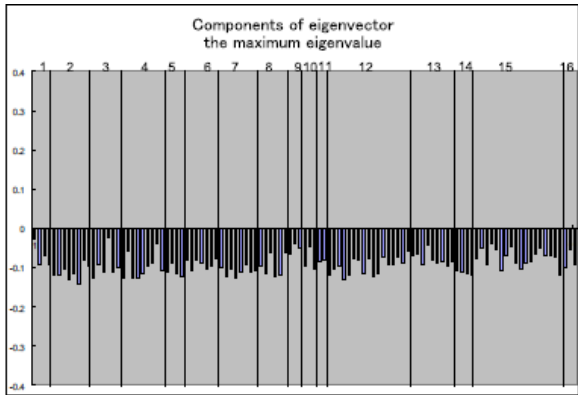


図 2

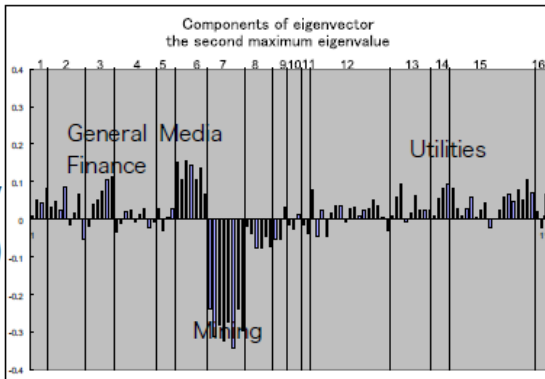


図 3

表 1

1	Electricity
2	Bank
3	Financial
4	Insurance
5	Real Estate
6	Media
7	Mining
8	Oil & Gas Producers
9	Oil Equipment, Services & Distribution
10	Aerospace & Defense
11	General Industrials
12	Beverage et al
13	Retailer
14	Gas, Water & Multi-utilities
15	Service
16	Telecommunications

最大固有値は、FTSE100 が激しく変動したデータ期間（2007年5月～2009年1月）で、変動が比較的穏やかな期間（2004年6月～12月）に比べ平均して10倍程度大きく、かつ変動も激しい。また、前者では、最大固有値が増大をはじめ、ピークを経て再びもとの水準に戻るまで1ヶ月以上かかるようなゆっくりとした揺らぎが存在している。このような時間スケールの大きい揺らぎは後者ではみられない。これらの結果は、前者では、売買に関して市場全体で同一の意思決定が下される、長いスパンの群れ傾向が断続したことを示している。

ドロップアップ、ドロウダウンの解析。図4は高流動株（2008年）のドロウダウンの累積分布関数である。時系列に時間的な依存性がなかった場合と比較するために、1分間対数収益

率の時系列をランダムにシャッフルして得られた無相関な時系列のドロウダウンのグラフを付与した。高流動株では、明らかに無相関な時系列より大きなドロウダウンがみられる。

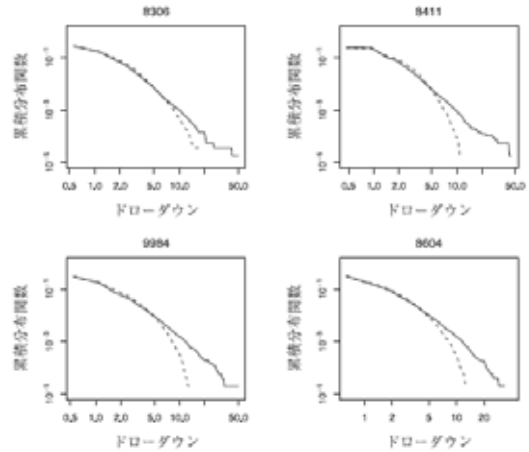


図4

表2はドロウダウンの最大値と分布のパレート指数の各年の平均値である。最大値は、それぞれの銘柄の年間の1分間対数収益率の標準偏差で規格化してある。パレート指数の括弧内の値は、検定の結果パレート分布が有意水準5%で棄却されなかった銘柄の百分率、データ全体の0.5%を裾野とみなした場合の結果である。

表2

年 (高, 株)	最大値		パレート指数	
	シャッフル	オリジナル (比)	シャッフル	オリジナル
2004年(高)	12.59	16.58 (1.28)	5.21 (43%)	4.34 (30%)
2004年(低)	26.02	32.82 (1.37)	2.69 (13%)	2.49 (35%)
2005年(高)	13.61	23.85 (1.63)	4.89 (40%)	4.09 (70%)
2005年(低)	24.01	32.05 (1.41)	3.21 (35%)	2.90 (35%)
2008年(高)	14.49	31.81 (2.28)	4.53 (27%)	3.07 (60%)
2008年(低)	24.59	29.91 (1.24)	3.09 (33%)	2.90 (50%)

(2) 価格変動と群れ行動との正のフィードバック機構の解明。

実現日次ボラティリティと1日の対数収益率とのクロス相関。

図5はFTSE100の構成銘柄で金融グループ大手のHSBCホールディングスの日次ボラティリティと日次対数収益率の絶対値の相関。横軸はラグを表し、マイナスは過去のボラティリティと収益率の相関を表す。

最大固有値と1日の対数収益率とのクロス相関。

図6はFTSE100の構成銘柄の対数収益率時系列から求めた日次最大固有値と日次対数収益率の絶対値の相関。横軸はラグを表し、マイナスは過去の最大固有値と収益率の相関を表す。

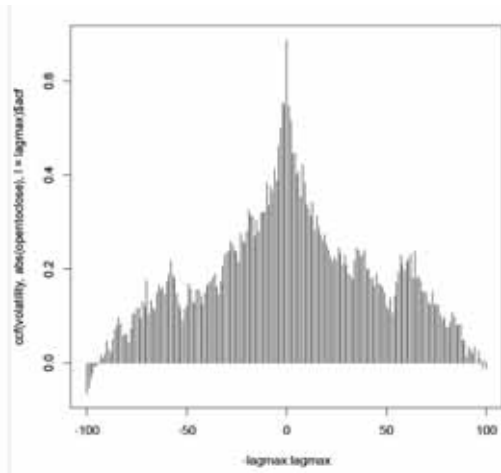


図5

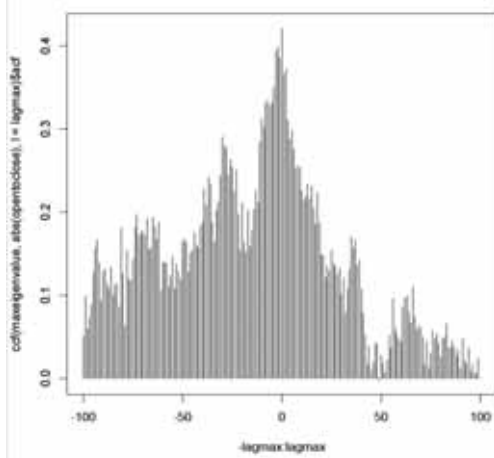


図6

(3) 株価の高騰や暴落の予兆となる指標。

FTSE100 構成銘柄の対数収益率時系日毎のドロダウンの最大値と最大固有値（マーケット・モード）との関係。

最大固有値の4分位階級と、各銘柄の日中のドロダウンの最大値との関係を調べたものである。ドロダウンの大きさの上位では、そのときの最大固有値が上位の階級に属する確率が高い。FTSE100 が激しく変動したデータ期間（2007年5月～2009年1月）のほうがその傾向は大きく、例えば、上位10%のドロダウンの半数以上は最大固有値の第四4分位に集中している。また、各銘柄の日中のドロダウンの最大値と最大固有値との順位相関係数は、0.26～0.72で平均が0.52であるのに対し、変動が比較的穏やかな期間（2004年6月～12月）では0.06～0.42で平均が0.20である。このことから2つの群れ傾向の指標には強

い相関があることを示唆している。最大固有値の閾値に対する、最大日中ドロダウンの条件付き確率。これらの分析結果を利用して、新たなリスク尺度を提案したい。それには、次のような条件付き確率を考える：

$$\Pr(\text{日中のドロダウンの最大値} > s \mid \text{最大固有値} > u) = p$$

ここで左辺の条件付き確率は、最大固有値が u 以上だった日に日中のドロダウンの最大値が s を超える確率を表している。この式を満たす値 s をリスク尺度 $VaRp(u)$ とする。図7は、最大固有値の閾値 u に対する、最大日中ドロダウンの条件付き確率（累積相対度数）を表している。銘柄は HSBC ホールディングスである。横軸は、最大固有値の閾値 u で、各曲線にはドロダウンの最大値の下限 s を付与した。このグラフからは、例えば、全体でみると0.5%以上のドロダウンは確率0.3以下でしか起こらないが、最大固有値が30以上の日に限れば0.8以上の確率でそれが起こっていることなどがわかる。

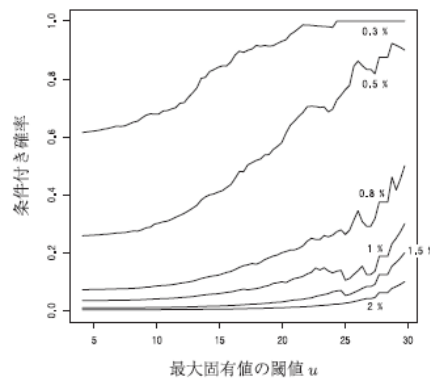


図7

先に述べたように、最大固有値には1ヶ月以上のスパンのゆっくりとした揺らぎが存在している。このことを利用して、最大固有値が明日、あるいは向こう数日どれくらいの水準であるかを予測すれば市場参加者の注意を喚起できるかもしれない。これは今後の課題としたい。

は下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

K. Kuroda, J. Maskawa, J. Murai "Stock Price process and long memory in trade signs", *Advances in Mathematical Economics*, Vol.14, pp.69-92, 2011 査読有
増川純一, "株式市場の群れ行動を探る", *金融財政ビジネス*, 第10108号, pp.10-12, 2010 査読無

J. Maskawa, W. Souma, and K. Fukuda "Large Correlations and the Principal Components in Stock Markets", *Proceedings of the 9th Asia-Pacific Complex Systems Conference Complex 09*, pp. 7-11, 2009 査読有
増川純一, 相馬 亘, 福田 健介, "動的リスク指標としてのマーケットモード", 研究会報告「経済物理学 2009 ミクロとマクロの架け橋」, *物性研究* 93(5), pp.628-632, 2009 査読無

〔学会発表〕(計11件)

増川純一, 株式市場における群れ行動の検証とモデル, 統計数理研究所研究会「経済物理学とその周辺」, 2011/3/24, 金沢, 金沢学院大学サテライト教室

J.Maskawa and W. Souma, LARGE CORRELATIONS AS A SIGNAL OF INSTABILITY IN STOCK MARKET, *Econophysics Colloquium 2010 Taipei*, November 5 2010, Institute of Physics, Academia Sinica, Taipei Taiwan

増川純一, 株式市場における群れ行動と内生的価格形成, 日本物理学会 2010 秋期大会, 2010/9/24, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス

増川純一, 相馬 亘, 福田 健介, 株式市場の主成分分析と動的リスク指標, 日本物理学会第65回年次大会, 2010/3/23, 岡山大学

J. Maskawa, W. Souma, and K. Fukuda, LARGE CORRELATIONS AND THE PRINCIPAL COMPONENTS IN STOCK MARKET, *The 9th Asia-Pacific Complex Systems Conference 'Complex '09'*, Nov. 5 2009, Surugadai Memorial Hall, Chuo Univ. Tokyo Japan

J. Maskawa, W. Souma, and K. Fukuda, CROSS-CORRELATIONS IN STOCK MARKETS AS THE INDICES OF MARKET RISKS, *ECONOPHYSICS COLLOQUIUM 2009*, Oct. 30 2009, Erice Italy

増川純一, 相馬 亘, 福田 健介, 株式市場における価格変動の相関とマルチファクターモデル, 日本物理学会 2009 年秋季大会, 2009/9/25, 熊本大学

増川純一, 相馬 亘, 福田 健介, 動的リスク指標としてのマーケットモード, 京都大学基礎物理学研究所研究会「経済物理学 2009 ミクロとマクロの架け橋」,

2009/9/8, 京都大学基礎物理学研究所

Jun-ichi Maskawa, Cross-correlations in stock markets as the indices of market risk, *Tokyo tech - Hitotsubashi Interdisciplinary Conference*, March 3 2009, Tokyo Institute of Technology

10 増川純一, 株式市場における銘柄間の相関構造と市場リスク, 日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008/9/23, 岩手大学

11 Jun-ichi Maskawa, Cross-correlations in stock markets as the indices of market risk, *International Workshop on Challenges and Visions in the Social Sciences*, August 18-23 2008, ETH Zurich

〔図書〕(計2件)

増川純一, 水野貴之, 尹 熙元, 村井淨信, 株価の経済物理学, 培風館, 2011/6/6, 全263ページ(3章, 4章, 7章担当)

増川純一, 株式市場はニュースの翻訳装置なのか: 市場の臨界状態と投資家の協調行動, 50 のキーワードで読み解く経済学教室 (青木正直他監修), 2011/5/13, pp.398-405

〔その他〕(計1件)

一般向け解説記事:

増川純一, 投資家行動と経済物理学, 日本経済新聞社「やさしい経済学」連載7回 (2011年2月)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

増川純一 (MASKAWA JUN-ICHI)
成城大学・経済学部・教授
研究者番号: 30199690