

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：32630

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24510203

研究課題名(和文) 株式市場の不安定性と内生的価格形成メカニズムの研究

研究課題名(英文) Endogenous price formation and instability of 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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：(1) 2008年10月の大暴落を中心に、ロンドン証券取引所及び東京証券取引所における株価収益率を数理モデルにより詳細に分析した結果、“Financial crisis”というワードを含むニュースの蓄積効果により市場が不安定化したことがわかった。(2) 過去10年間の暴騰暴落時における特別気配時のオーダーフローを統計モデルにより分析した結果、市場参加者は他の市場参加者からの注文量に影響を受けて意思決定を行っていることがわかった。

研究成果の概要(英文)：(1) We study precursors to the global market crash that occurred on all main stock exchanges throughout the world in October 2008 about three weeks after the Lehman shock. We examine the returns of the issues listed on the London Stock Exchange and the Tokyo Stock Exchange. Before the market crash, a sharp rise in a measure of the collective behavior was observed. It was shown to be associated with news including the words “financial crisis”. Such news increased after the Lehman shock preceding the market crash. (2) We investigated the resolution of extreme supply-and-demand order imbalances by increased balancing counter orders, so-called special quotes on the Tokyo Stock Exchange. Counter orders increase positively depending on the quantity of revealed counter orders: the accumulated orders in the book until then. Results given here show that the market participants make decision whether to order using information about orders of other participants.

研究分野：経済物理学

キーワード：株式市場の暴落 市場参加者の集団行動 financial crisis 特別気配

1. 研究開始当初の背景

(1) 伝統的な経済学の効率的市場仮説に依れば、マクロ経済指標に関するニュースや、為替変動などの公開されたすべての情報は、株式市場に於いて市場参加者の投資企業の将来の業績に対する見通しに直ちに影響を与え、適切な投資判断が下されるゆえに効率的に株価に反映される。従って、「市場はニュースを価格に瞬時に織り込む変換器である」と言われる。しかしながら、株式市場における情報の役割は必ずしも明確ではなく、「暴落の原因となったニュースが特定されない」「重要だと思われるニュースなのに株価が動かなかった」などということが頻繁に起こる。

(2) 研究代表者は本研究開始以前より、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、市場参加者の協調的集団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てきた。協調的集団行動は、直接的な観測量ではないが、異なる資産間の価格変動の相関(株式市場においては銘柄間の価格変動の相関)や価格の連続的な上昇(ドロアアップ)や下落(ドロダウ)などに反映されるものと考えた。実際、ロンドン証券取引所や東証のティック・データ(全取引が記載されたデータ)を用いた分析を行ったところ、次のようなことが明らかになった：

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2007年から2008年では、銘柄間の価格変動の相関が高まり市場全体に強調的な動きが見られる。

銘柄間の価格変動の相関が高い時は、価格の連続的な上昇や下落がおきやすい。

これら二つの傾向を表す指標間には正の相関がある。

2. 研究の目的

本研究は、株式保有の市場リスクを予測し、市場の不安定性の暴露と考えられる暴騰や暴落などの大規模な価格変動を抑止するための制度設計を考える上での実証的な基盤を提供する事が目的である。上記の背景やこれまでの実証的研究成果を踏まえ、市場の不安定性と内生的価格形成メカニズムという観点から、市場参加者が何を契機として、どのような過程を経て協調的集団行動に到るのかを明らかにする。研究期間内には以下の項目について研究を行った：

(1) 情報がもたらす価格への影響はニュースそのものの軽重だけでなくその時の市場の不安定性に依存して決まることを明らかにする。

(2) 株価はニュースだけでなく市場参加者の予見と実際の価格変動とのフィードバック効果により内生的にも形成されることを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) ニュース・インパクトを市場の不安定性という観点から再吟味するという目的で、ロンドン証券取引所、東証のティック・データを用いた解析により、ニュース・インパクトの蓄積効果を検証し、市場参加者の協調的集団運動の発生とその発展過程を分析した。

(2) 株価が内生的に作り出される過程を明らかにする目的で、過去10年間で日経平均の日次収益率の大きさが5%を超えるような暴騰暴落時における、東証の特別気配中の市場参加者の注文行動を分析した。特別気配は、大規模な需給のアンバランスがある時価格の変動を極力小さく抑えながら需給を均衡させるための東証独自の特別ルールである。

4. 研究成果

(1) ロンドン証券取引所 FTSE100 指数の構成銘柄の対数収益率時系列を解析した。期間は2007年5月から2009年1月までの21ヶ月間である。重要なのは、2008年1月21日と10月8日(9月15日のリーマン・ブラザーズの破綻のおよそ3週間後) 特段のニュースが無いのに世界的な株価の暴落が起きている事である。これは、個々のニュースは大きな株価変動を引き起こさないが、悪いニュースが連続した場合、その効果が市場に蓄積され、ある限度を超えた時小さなきっかけで起きる、自己実現的な暴落であると考えられる。2例とも前駆現象としてマーケット・モード(標準化された対数収益率のFTSE100構成銘柄での算術平均で近似的に第1主成分の時系列成分に一致する)のボラティリティの急激な立ち上がりが起こることが分かった。これは、リーマン・ブラザーズの破綻時の暴落では見られない現象である。マーケット・モードの時系列はマルチフラクタル・ランダム・ウォーク(MRW)モデル(Bacry et al. Physical Review E 2001)によりよく記述された。前述のボラティリティはMRWモデルのパラメータの一つとなっており、検証では期間を短いウィンドウに分け、それぞれのウィンドウ内でパラメータ推定を行った。また、ボラティリティは"financial crisis"というワードを含むニュースの累積頻度とともにベキ関数で増加した。この成果は、国内外の研究集会で発表し、雑誌論文として公表した。

(2) 東京証券取引所日経平均の225構成銘柄の対数収益率時系列を解析した。期間は2007年5月から2009年1月までの21ヶ月間である。日経平均の日次リターンが-5%を下回る大幅な下落は、過去10年間で21回起きている。そのうち最も大きなものは2008年のリーマンショックからおよそ一月後10月16日に起きた暴落である。また、21件中11件はリーマンショックから3ヶ月以内に起きている。この3ヶ月での株価の下落は-29%にも

及ぶ。(1)と同様に期間をウィンドウに分割

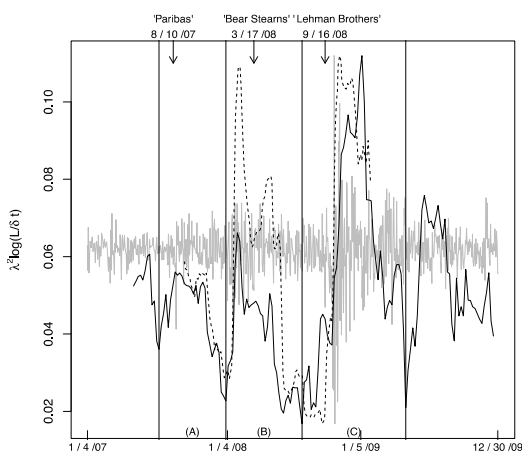


図 1

してその中で MWR モデルのパラメータを最尤推定するという方法でマーケット・モードを分析した。(1)で示された結果と全く同時期に、暴落の前駆現象として銘柄間の協調的な動きを表す統計量が急激に大きくなっていることが示された(図1)。

この成果は、国内外の研究集会で発表し、雑誌論文として公表した。

(3) 暴落(暴騰)時の市場参加者の特別気配における注文行動について詳しい実証研究を行った。各市場参加者は、特別気配に従って買い(売り)注文を出すか、更に価格が下落(上昇)するまで注文を保留するかのいずれかの意思決定を行う。その際どちらの判断が正しいかを、市場参加者は自分の個人情報と、他の市場参加者の行動から判断し意思決定を行うものと考えた。暴落時を例に具体的に述べると、新たな気配(価格)が提示された時点 $i-1$ でのその気配以上(以下)の価格の指値買い(売り)注文量を $b_{-}(i-1)$ ($s_{-}(i-1)$), 特別気配が終了する需給均衡時に市場に露出する買い注文量とその時点での買い注文量を b_{+} とした時, 2 項分布 $P(X=b_{-}i-b_{-}(i-1)|n=b_{+}-b_{-}(i-1))$

($P(X=s_{-}i-s_{-}(i-1)|n=s_{+}-s_{-}(i-1))$) の成功確率を比 $b_{-}(i-1)/b_{+}(s_{-}(i-1)/s_{+})$ を説明変数とし推定するロジスティック回帰分析を行った。先に述べた、過去 10 年間に起きた 32 件の暴騰暴落時の、日経 225 構成銘柄の特別気配時の売買注文を全て調べた。暴落(暴騰)時、のべ 3126 (1600) 件の銘柄に対して特別気配が表示されており、表示期間だけの収益率の大きさは、日次リターンの 74% (84%) を占めていた。また、特別気配時の種別率は幅広く分布しており対数正規分布で精度よく近似された。

推定されたパラメータは、わずかな例外を除いて、売買注文に対して説明変数がポジティブな効果を持つことを示しており、それぞれの市場参加者の意思決定に他の市場参加者の売買注文がポジティブに働いていることが優位に確認された。また、 $b_{-}(i-1)/b_{+}$

($s_{-}(i-1)/s_{+}$) から $b_{-}i/b_{+}(s_{-}i/s_{+})$ を予測するモデルの予測誤差は 72% (77%) のケースで 5% 以下であり、92% (95%) で 10% 以下であった。また本研究で用いられたロジスティックモデルは、動物の集団行動の分析で用いられるベイズ推定のモデルとも整合的である。すなわち、各市場参加者は、自らの情報と他の市場参加者の行動から最適な行動をベイズ推定し、推定した確率に従って発注行動を行う (Probability matching) というモデルと形式的に同じである。この成果は、国内外の研究集会で発表し、論文を投稿中である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

J.Maskawa J.Murai and K.Kuroda, Market-wide price co-movement around crashes in the Tokyo Stock Exchange, Evolutionary and Institutional Economics Review, 10, 2013, 81-92 査読あり
DOI: 10.14441/eier.A2013005

K.Kuroda, J.Maskawa and J.Murai, Application of the Cluster Expansion to a Mathematical Model of the Long Memory Phenomenon in a Financial Market, Journal of Statistical Physics, 152, 2013, 706-723 査読あり
DOI:10.1007/s10955-013-0783-z

Jun-ichi Maskawa, Collective Behavior of Stock Prices as a Precursor to Market Crash, Progress of Theoretical Physics Supplement, 194, 2012, 1-10
DOI: 10.1143/PTPS.194.1

K.Kuroda, J.Maskawa and J.Murai, Long memory in trade signs and short memory in stock prices, Progress of Theoretical Physics Supplement, 194, 2012, 11-27
DOI: 10.1143/PTPS.194.11

[学会発表](計16件)

増川純一, 暴騰暴落時の投資家行動のロジスティック回帰分析, 統計数研共同研究会「経済物理とその周辺」, 2016年1月9日, 統計数理研究所(東京都, 立川市)

増川純一, 株式市場における暴騰暴落時のオーダーフローの実証分析, 京都大学基研研究会「経済物理学 2015」, 2015年12月3日, 京都大学基礎物理学研究所(京都市)

増川純一, 大きな株価変動の最中における市場参加者の群れ行動, 日本物理学会 2015年年度大会, 2015年3月24日, 早稲田大学(東京都, 新宿区)

Jun-ichi Maskawa, Collective behaviors of market participants during special quote in stock market crashes and jumps, Social Modeling and Simulations + Econophysics Colloquium 2014, 5 Nov 2014,

Nichii Gakkan (Kobe, Japan)

増川純一, 株式市場における特別気配時の投資家行動, 統数研共同研究集会「経済物理学とその周辺」, 2014年9月11日, キヤノングローバル戦略研究所(東京都, 中央区)

Jun-ichi Maskawa, Collective behaviors of market participants during special quote in stock market crashes, International Conference on Statistical Physics, 9 Jul 2014, Rhodes (Greece)

増川純一, 株式市場の暴落時における板の解析, 日本物理学会春季大会, 2014年3月28日, 東海大学湘南キャンパス(神奈川県, 平塚市)

Jun-ichi Maskawa, Collective Behavior of Market Participants Around Crashes, Economic Science with Heterogeneous Interacting Agent, 8 Nov 2013, Nanyang Technological University (Singapore)

Jun-ichi Maskawa, Market-wide price co-movements around crashes in the Tokyo stock exchange, Statistical modeling, financial data analysis and applications, 12 Sep 2013, IVSLA (Venice, Italy)

10 Jun-ichi Maskawa, Market-wide price co-movements around crashes in the Tokyo stock exchange, Financial Network and systemic risk, 19 Jul 2013, Kyoto University (Kyoto, Japan)

11 Jun-ichi Maskawa, Collective behavior of stock prices as a precursor to market crash, 進化経済学会, 2013年3月17日, 中央大学多摩キャンパス(東京都, 八王子市)

12 Jun-ichi Maskawa, Collective behavior of stock prices as a precursor to market crash, Econophysics-KolkataVII, 8 Nov 2012, Saha Institute of Nuclear Physics (Kolkata, India)

13 増川純一, 株式市場の暴落に先駆けて起こる株価の協調的な振る舞い, 日本物理学会秋季大会, 2012年9月20日, 横浜国立大学(神奈川県, 横浜市)

14 Jun-ichi Maskawa, Collective behavior of stock prices as a precursor to market crash, Asia-Pacific Econophysics Conference 2012, 6 Sep 2012, National Chengchi University (Taipei, Taiwan)

15 増川純一, Collective behavior of stock prices as a precursor to market crash, 統数研共同研究集会「経済物理学とその周辺」, 2012年8月27日, キヤノングローバル戦略研究所(東京都, 中央区)

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