

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 27 日現在

機関番号：10104

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22530299

研究課題名（和文） 投機的市場における付和雷同の動的均衡モデル

研究課題名（英文） Dynamic Equilibrium Models of Bandwagon in Speculative Markets

研究代表者

和田 良介 (WADA RYOSUKE)

小樽商科大学・商学部・教授

研究者番号：00241414

研究成果の概要（和文）：株式市場における付和雷同モデルを開発できた。市場参加者を投資期間別に 3 つのグループに分類。最短期のグループが相場の上限下限を探ろうとする行動が付和雷同現象につながるのである。ただし平成 24 年度中の論文完成には間に合わなかった。

研究成果の概要（英文）：We developed a dynamic equilibrium model of bandwagon phenomena in stock market. Traders with the shortest investment horizon try to figure out upper or lower bound of stock prices. This leads to band wagon. We could not, however, complete a paper to ready for presentations or publishing, by March 2013.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
2011 年度	600,000	180,000	780,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：動的均衡、付和雷同、投機的市場、相場の読み合い、ポアソン過程、コンピュータ

### 1. 研究開始当初の背景

外国為替市場を対象として、以下に示すような動的均衡モデルを開発した。連続時間取引では、非同質的な予想が存在する一方で取引が継続してゆく。動的均衡モデルはこのような市場を分析可能である。外為市場以外にも動的均衡アプローチを応用することを試みた。

外国為替市場を対象とする動的均衡モデルの概要

外国為替市場はインターバンク市場であり、

金融機関のディーラーのみが参加している。参加者の全貌は把握可能である。マクロ経済からの外国為替の需給はディーラーを経由して標準化された単位の売買注文として為替市場に現れる。一方ディーラーは自己の期待価格に基づきポジション（正または負の外国為替の在庫）を保有する。売買注文の発生源は 2 つあり、ひとつはマクロ経済、2 つめはディーラーの期待の見直しである。売買注文は連続時間のなかで、非同時的に逐次発生している。ディーラーの期待価格は非同質的であり、ある分布関数に従っているものとする。期待価格を見直す時、この分布関数に従って期待価格の値を選ぶと考える。その値と

市場におけるビッドアスクの大小に従って、売りまたは買いを行う。その結果、ディーラーは期待値に応じたポジションを保有する。

ある時点におけるマクロ経済からのその日の累積需給量は原則一致しない。この超過需要はディーラーがポジションを調整することにより、つまり在庫水準の正負を切り替えることにより、吸収されるのである。ディーラーは全体として、マクロ経済の需給の差を吸収するのである。マクロ経済から発生する売買注文はポアソン過程と考える。市場における取引価格の変動は次の2つの要因により決定される。(1) マクロ需給の単位時間あたりの数量。売買注文の到着はポアソン過程であり、数量が増えると到着数の分散は増加する。そのような需給の差を吸収する価格の変動幅も増加する。(2) 期待価格の分散。ディーラーのリザーベーション価格は期待価格に一致すると考える。期待価格が広い範囲に広がるほど、需給の不一致を吸収するに必要な価格の変動額は大きくなる。

以上のように、市場参加者のもつ予想が異なったまま、取引は進行してゆくのである。意見の食い違いがマクロ経済からの需給の差を吸収するのである。動的均衡アプローチは需給も予想も一致する前に取引が進行してゆく過程をモデル化するのものである。モデルでは、外為ディーラーのポジション調整が価格に与える影響を明らかにしている。実際の市場におけるディーラーのポジション調整の及ぼす影響は大きいのではあるが、学術的な研究では見落とされている。

動的均衡アプローチを応用する市場として、原油先物市場も検討した。しかし原油現物市場における価格の決定過程は資料が不十分であった。原油先物市場のデータは公開されており透明性は高い。しかし現物市場は全くの不透明であった。全世界に影響を及ぼしながら、原油の現物と先物市場が影響を及ぼし合う経路は不明のままであった。原油先物市場のマイクロ構造分析は進展しないままとなってしまった。

## 2. 研究の目的

投機的市場では付和雷同現象が観察される。市場の付和雷同現象とは、第3者からは見て合理的な理由が無いにもかかわらず取引高が増加しかつ価格の変動が起きることである。本研究では、この付和雷同現象が投資家の合理的な行動の結果として発生しうることを示す。株式市場を対象として、付和雷同現象を含む価格形成過程の解明が本研究の

目的である。これまで研究対象とした外国為替市場と株式市場のマイクロ構造の違いは次の点である。

(1) 外国為替市場は参加者が限られるインターバンク市場である。一方、株式市場は機関投資家から個人まで大小様々な投資家が参加する市場であり、参加者の人数はあらかじめ確定できない。

(2) いずれも価値の保存ために保有されるという点で資産である。ただし、外国為替市場の場合にはマクロ経済との間で新規の資産の流入流出が継続的に発生している。株式市場の場合には、そのような流入流出は新株発行のように例外的である。供給量はほぼ固定している。

(3) 外国為替の直物取引(スポットもの)の決済は2営業日後である。そのため、ディーラーの外貨の売りはそのままショートポジションの保有となりうる。別段の手続き無しに空売り状態が発生する。売るべき商品を借り入れる必要がないのである。そのかわり、買いも含めて、ディーラーの持高(正負の在庫水準)には制限が課されており、その額以上には翌営業日には持ち越せない。株式市場では、保有する現物の売りが取引の大半である。空売りには別途手続きが必要である。また空売りは最長6ヶ月まで行われる。外為市場と比較して株式市場の空売りはより長期である。

## 3. 研究の方法

3.1 動的均衡モデルの応用として次のような枠組みのモデルを作成する。

a. 競りは連続時間で行われる。売り手と買い手の両方がリザーベーション価格を伴って市場に到着する、つまり両方の側から競争的な指し値注文が提出される。到着時点で、自分のリザーベーション価格よりも有利な価格が相手側にあれば、取引成立である。取引はビッドあるいはアスクのどちらかで成立する。需給が一致する前に取引が成立するのである。

b. 市場参加者は連続時間の中で逐次、価格予想を見直す。見直すまでの時間は指数分布に従う確率変数である。

c. 各投資家の指数分布にはコンピュータで表現される依存関係が存在している。これにより時期によって市場全体として見直しまでの時間の平均は変化する。

d. 投資家は相場を読み合う。この行動をモデル化する。各投資家はリザベーション価格が非同質であることを認識している。リザベーション価格は確率変数である。投資家はこの確率分布を推定し、それに基づいて自らのリザベーション価格を決定する。見直しまでの時間と見直した後のリザベーション価格が2つの確率変数である。

f. 相場を読み合うことの前提として、ベンチマークとなる株価を決めるモデルを導入する。ここでは、長期の投資計画期間を持つ投資家の与える評価がその枠割りを果たしている。

資産価格の場合、合理的および非合理的な予想に基づき需給が発生するので、何らかの形で定義される真の値があったとしても、その値に収束することは自明ではない。しかしながら、投資家が意志決定に用いる何らかの指標となる価格が必要である。

g. ごく短期の投資計画期間をもつ投資家の注文行動が、「適正価格」と呼ぶ価格の分布関数を推定するという役割を果たす。一見すると非合理的なノイズ取引に、新聞株式欄で言うところの「上値あるいは下値を探る」という役割を与える。

h. 連続時間の競りでは、相場の読み合いは何段階にも渡らない。ひとつの値に収束する以前に取引が成立するので、非同質な期待価格は継続する。資産価格の決定では、ケインズの「美人コンテストの勝者をあてるクイズ」のように何段階にも推定を繰り返す可能性は論理的に存在している。しかし、連続時間のなかで逐次取引が成立してゆくこと、また上値や下値を探る行動が価格をうごかす結果をもたらすので、投資家による推理の推理は投資収益を改善しない。

### 3.2 シミュレーション

価格変動率の標準偏差を決める要因は、ニュース以外では2つあって、買い手の「超過到着数」および期待価格の分布関数である。この分布関数と変動率を解析的に関連づけることは難しい。そこで、シミュレーションを通じて、モデルが実証的に観察される事例\*と整合的であることを示す。また事例に応じたパラメータの値を決定する。\*例えば、Cont (2004) p. 209-p. 211.

投資家の期待価格の見直しまでの時間は指数分布に従う。見直した新しい期待価格にもとづいて売買注文を行う。このような注文の

到着は売りと買いの2つのポアソン過程となる。買い手の超過到着数はポアソン変数の差である。これは中心極限定理により近似的に正規分布となる。超過到着数が価格を動かす。取引価格が超過到着数が吸収されるまで変化するのである。ある所与の超過到着数がどれだけの価格変化をもたらすかは、市場の厚みに依存する。本研究のモデルでは、待ち受ける売り手側の指値の間隔に依存することになる。つまり期待価格の分布関数の形状に依存する。超過到着数と価格変化額の間接的な関係を示すには、確率分布の逆関数を經由する議論が必要である。確率分布の逆関数は一般に式が複雑で解析的な議論は難しい。この問題はシミュレーションの利用によって対応する。適当なパラメータ値を選ぶことにより、観察される事例と同様な結果が得られることを示す。

期待価格の分布の定義域は正かつ有限である。そこでシミュレーションでは $\beta$ 分布を用いる。パラメータ値をえらぶことにより、強気弱気の両極端に分かれた場合も表現可能である。単位区間 $[0, 1]$ を任意の範囲に拡大する。

見直しまでの時間が短くなると、売買両方の到着数が増加する。超過到着数の期待値が同じままでも到着数の分散が増加する。すると価格変化は大きくなる。売買高の増加と価格変動の増加の関係をシミュレーションで導くことができる。各投資家の予想の見直しまでの時間という確率変数の間の相互依存関係を検討する際、コンピュータを用いると線形の相関以外にさまざまな依存関係を導入可能である。収益率と「変化率の標準偏差」は負の相関を示すことが観察されている。つまり価格高騰は標準偏差の増加を伴うが、暴落は標準偏差の増加を伴わない。これは、各投資家の見直しまでの時間という確率変数は所与の指数分布に従いながら、高騰時にはどの投資家も短い時間が出やすくなるという傾向を示し、いっぽう暴落時には見直しは即時でありと考えることができる。コンピュータを選択することによりこれらの状態も表現可能である。暴落の場合、さらに分布関数全体が短時間で移動すると考える。

### 4. 研究成果

付和雷同現象が投資家の合理的な行動の結果として発生しうることを示すモデルを株式市場を対象として開発した。その概要は以下の通り。

このモデルのシミュレーションにより実証的な観察事例と同様な結果を作り出せるこ

とを示すことがまだ残されている。論文にまとめて投稿することは平成 24 年中には達成できなかった。

#### 4.1. 「相場の読み合い」

投機的な市場を分析しようとするとき、「相場の読み合い」の取り扱いが重要な課題である。相場の読み合いが果たす大きな役割を明らかにして、ケインズは株価の決定を「美人コンテストの勝者をあてるコンテスト」に喩えた。このコンテストでは、自分自身の評価を提出するのではなく、まず審査員の評価の分布を予想するであろう。次にその予想の分布を予想することになるであろう。このように分布の予想が継続してゆく。ケインズの喩えはこのような何段階にも渡る相場予想の繰り返しを組み込んだ価格決定モデルの必要性を示唆している。

しかし競りの過程が連続時間取引で行われている場合には、1 回限りの本番の投票を前にして模擬投票の思考実験が繰り返される時間の余裕もなく取引が成立してしまう。株式市場のマイクロ構造分析のレベルで投資家の損益に差が生まれるような精度で予想が収束する時間は無いのである。この点に気づけば、相場の読み合いという期待価格の分布の予想は 1 回とすることができる。

#### 4.2. 「投資計画期間別の 3 つのグループ」

##### a. ベンチマークとなる株価

株式市場における競りの過程に関わる投資家を投資計画期間に応じて 3 つのグループに分類する。1 つめは「長期保有型」と呼ぶ。計画期間は 1 年超である。経営権の掌握を目的とする株主は株を売却しないものとして本研究のモデルに含めない。分析対象に含める株主は長期間にわたる配当金の受取を目的とするものとする。この「長期保有型」の判断基準は配当金の期待値の現在価値である。期待配当金の割引現在価値がこのグループの投資家にとっての「適正価格」である。この「適正価格」はグループ内で均一ではなく、ある分布関数に従う確率変数である。長期保有型は適正価格を非同時的に見直す。その際、新たな値は「適正価格」の分布関数に従う。長期保有型の適正価格分布関数を以下  $H1$  で表す。

##### b. ベンチマークの分布関数の推定

2 つめのグループは「短期保有型」と呼ぶ。投資計画期間は 1 ヶ月以上 1 年未満である。短期保有型はキャピタルゲインの獲得を目

的とする。この短期保有型は長期保有型の「適正価格」分布関数（以下  $H1$  と記す）を推定しようとする。長期保有型の適正価格の分布関数  $H1$  は安定的であり、株価は変動するが、どの時点でも  $H1$  に従う形の価格と数量で購入しようとする長期保有型が存在すると考えるのである。言い換えると、株価が低迷しているときに値上がり予想を持つ投資家の分布の目安とするのである。短期保有型は計画期間内に長期保有型の適正価格で売却することを目指して売買決定を行う。短期保有型にとってのリザーベーション価格を短期保有型の「適正価格」と呼ぶ。売却目標価格を上げると取引成立の確率は低くなる。そこで、目標価格に応じた期待利益の最大化を考えることができる。しかし複雑になるので省略する。ここでは、短期保有型は  $H1$  の期待値での売却を目標とするものとする。目標売却価格の割引現在価値を短期保有型にとっての「適正価格」とする。

短期保有型の推定する  $H1$  の形状は均一ではない。 $H1$  の期待値及びそれに適用する割引率も短期保有型の間で相異なっている。そのため短期保有型の「適正価格」も確率変数である。この分布関数を  $H2$  で表す。

##### c. 自分自身も含めた適正価格の分布関数の推定

3 つめの投資家グループを「最短保有型」と呼ぶ。計画期間が 1 ヶ月未満である。このグループは投機的な行動によってその日の相場感を探る役割を果たす。「適正価格」の分布関数は存在しているが直接は観察できない。「最短保有型」は、3 つの投資家グループを合わせた「適正価格」の分布の上限下限を推定する役割を果たすのである。最短保有型も適正価格の分布を連続時間の中で逐次見直す。見直すまでの間隔時間の期待値は 1 日とする。

この「最短保有型」はひんぱんに予想の見直しを行う。予想を見直した時、新たな適正価格がその時点のビッドより下、あるいはアスクより上であれば、売買を行う。連続時間取引では、需給が一致するまで待たない。取引はその時点のビッドまたはアスクのいずれかで成立する。買注文の超過到着数がビッドやアスクおよび取引価格を引き上げる。全体として強気予想に片寄っているとき、取引価格は上昇を続ける。売買注文は逐次到着するので、適正価格の分布がニュースによって移動したとしても、価格の変化は、瞬間的なジャンプとはならず、持続的な上昇となる。

例えば、買い注文は強気予想の分布、つまり

適正価格の分布の上の端を示す目印となる。買い注文が続かず取引価格の上昇が止まれば、そこが予想の分布の上限の閾値と見なす。株式市場の用語で言うところの「上値を探る展開」である。最短保有型は適正価格の見直しを行う際に観察された価格を用いて、適正価格の分布関数の推定を行う。

#### d. 付和雷同の発生過程

偶然にせよ買い注文に片寄って、つまり取引がアスクに片寄ることによって、価格の上昇が続けば、これまで強気予想ではなかった「最短保有型」の投資家も適正価格の分布が上方に移動しているから見なす。これにより取引価格はさらに上昇を続けることになる。これが、付和雷同の発生過程である。

3つの投資家グループのいずれについても、「適正価格」を見直すまでの時間の長さ、つまり予想保持時間は指数分布に従う確率変数である。長期保有型の場合は平均6ヶ月とする。短期保有型は平均2週間とする。最短保有型は平均1日とする。予想保持時間は各グループごとに同一の確率分布に従っている。しかし、独立ではない。相互依存にある。これはコンピュータを用いて表現される。

#### e. 価格変化の方向と変化率の標準偏差の間の非対称的な関係への応用

相場の上限下限を探ろうとする時期には、予想保持時間は各グループの指数分布に従いながら全体として短くなる傾向を示す。株価の高騰と暴落を比較すると、高騰には価格の変動率の上昇が伴うが、暴落の場合にはその傾向が弱いことが観察されている\*。高騰の場合には適正価格の分布の移動が数日数週にわたり継続することが、価格変動率を上昇させる。適正価格の分布の移動と上値を探る展開は同時に起こるのである。暴落の場合には、ニュースの到着に伴い、分布関数は即日大きく移動する。その後は、底値を探る展開となると考えることができる。このような上下方向で非対称な変化率の動きも、各投資家の予想保持時間を決める指数分布の間にコンピュータを導入することにより簡潔に表現できる。複雑な多変量分布関数を用いることなく、見直しまでの時間が短縮する傾向をモデルとして表すことができる。

\*例えば、Cont (2004)p. 209-p. 211.

#### f. 売り注文の発生

売りの発生源は期待価格の要因と流動性要因の2つからなる。期待要因の場合、期待価格が見直されたとき及び目標に達したと判断されたときに売り注文が行われる。流動性

要因には、価格変動に無関係のものと株の担保価値減少による株の売却という2つに分けられる。

参考文献：Cont, Rama and Peter Tankov, Financial Modelling with Jump Process, Chapman & Hall, 2004,

#### 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)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

和田 良介 (WADA RYOSUKE)  
小樽商科大学・商学部・教授  
研究者番号：00241414