

# トレンド注文が市場に与える影響について

指導教官 有賀裕二教授

学籍番号 10C2130053K

氏名 上野嵩貴

# 目次

## 1章 序論

### 1-1 はじめに

### 1-2 論文の構成

## 2章 先物市場について

### 2-1 取引所とは

### 2-2 価格決定のメカニズム

## 3章 RSIについて

### 3-1 RSIとは

### 3-2 UmartにおけるRSI

## 4章 U-Martとは

### 4-1 Umartとは

### 4-2 Umartの取引の流れ

### 4-3 証拠金制度について

### 4-4 Umartの構成マシンエージェント

## 5章 実験

### 5-1 実験の目的

### 5-2 使用するエージェントの作成

### 5-2 実験方法

## 6章 実験結果

## 7章 総論

# 1章 序論

## 1-1 はじめに

株式市場や為替市場の取引においては、様々な要素が重視される。株式市場の参加者は、投資先となる企業の財務情報などを集めて分析し、その結果として投資活動に至る。為替市場においても、投資情報は欠かせない。それらの情報は初心者上級者にかかわらず投資家によって分析されるのであるが、その分析は大別してファンダメンタル分析とテクニカル分析とに分けられる。

ファンダメンタル分析は、例えば株式市場において企業の業績や財務などの定量的なデータや経営方針などのデータを用いて投資対象の企業を選ぶ手法である。業績が順調であれば株価も上がる傾向があるので投資としては失敗は少ない。

一方、テクニカル分析というのはこれまでの価格の動きをもとにして今の価格は高いのか安いのか、また将来の伸びはどうなるか、今は買い時か又は売り時かなどを分析するものである。

株式市場では、投資の結果に配当利回りが付与されるので手持ちの株価が多少下がっても利益となることがある。しかし一方商品先物市場などでは現物が取得できるだけで配当はない。よって、ファンダメンタル分析よりもテクニカル分析が重要になってくる。

テクニカル分析にも様々な分析手法がある。チャートを分析するにあたって、価格に対して計算を絡めて指標を出す。その指標が価格の傾向を表したり、振動の度合いを表して、それをもとに売買判断をおこなうのである。

では、価格はいかにして動くのか。

本論文では、この価格の変動のメカニズムについて説明し、そのメカニズムのもと価格変動を利用し、注文が影響となりうる時の市場の大きさ、またその時の取引戦略がいかなる成績になるかを検証する。

## 1-2 論文の構成

本論文の構成は以下の通り。

まず2章では先物市場について説明をし、先物市場における価格決定のメカニズムを説明する。

3章では実験に使用するテクニカル指標であるRSIについて説明する。

4章ではUmartについて説明し、実験の際に使用したUmartに既存に組み込まれているマシンエージェントを紹介する。

5章では、実験の内容やその方法、留意事項などを述べる。

6章では実験の結果をしるして、簡単に分析を行い、結論づける。

7章で結論から得られる推測や反省、最後に謝辞を述べる。

以上が本論文の構成となる。

## 2章 先物市場について

### 2-1 取引所とは

先に述べたように、世の中には様々な市場がある。我々が店に行き、商品を購入するのも市場のひとつである。

しかし、そのような商品とは違い、大量に存在し、またその量も小分けしたり、転売が可能なものをここでいう商品とする。具体的にはトウモロコシや金属などである。

このような商品は取引所を通じてやりとりされる。その価格は、店に陳列されている品々とは異なって売り手と買い手が1対1とはならず、それぞれに自由に価格決定権がある。

このような売りと買いの大量の注文を迅速かつ大量に処理することが取引所の役割となる。

取引とは、例えば売り手Aが米10kgをBに3,000円で売るという契約をしたとする。ここで、Aが米という現物をもってBの現金と交換したら、これは現物取引という。それに対して、先物取引とは、例えば半年後と決めた期日に米10kgを3000円で売るという約束が現時点でされるような取引を先物取引という。売り手と買い手が同時に現れて、将来の価格を今決めて取引をすれば、それが先物取引なのである。

この先物取引によって生じた現物との価格差は、それ自体を利用した裁定取引によって平準化される。本論文の実験では、実際のデータを現物価格に用いており、この価格差が平準化されることを利用して、現物価格の上昇相場、下降相場を用意して先物価格の相場を用意している。

## 2-2 価格決定のメカニズム

市場が閉じた状態では「板寄せ方式」、市場が開いた状態では「ザラバ方式」が採用されている。

板寄せ方式とは、市場が閉じている間、注文は一切約定されずに溜まっていく。そして市場が開くと同時にそれまで受け付けた注文をもとに数量的に合致する値段を求め、その値段を単一の約定値段として最大取引量となるような価格が決定されて、その価格を単一の約定価格とする方式である。

ザラバ方式とは、市場が開かれているあいだ、先程の板寄せのように期間を設けて注文を集めることはせず、注文の中で約定できるものがあれば即時に約定させる方式である。板寄せ方式と比べて約定する回数が多くなり、市場をリアルタイムに対応できる利点がある。

## 3章 RSIについて

### 3-1 RSIとは

RSIとは、Relative Strength Indexの略で、相対力指数とも言われている。これは、J・W・ワイルダー氏によって考案された株価の行き過ぎを判断するための指標である。

計算期間中の値動き幅の中での値上がり幅が占める割合を表す。

一般的には、14日などの計算期間を設け、その期間の値動き幅の中での値上がり幅が占める割合としてRSIを取得し、0.3を下回ると下がりすぎ、0.7を上回ると上がりすぎとし、それぞれ逆の注文を行うのがこの指標の使い方である。

例えば、算出期間5日間とし、あるものの価格が1日目から100,110,107,112,112,113だったとする。

この時の値動きは+10,-3,+5,±0,+1となっている。

この時のRSIは、

$$RSI=(10+5+0+1) / (10+5+0+1) - (-3) =0.842$$

となる。この場合、基準となる0.7を上回っているため、「上がりすぎ」としてこのあとに下がると予測して売り注文を出すというのがRSIを使った取引判断である。

また、Rsiなどの価格の振動を表すオシレータ系の指標は価格の動きに敏感に反応して上下することからタイミングを取ることが難しいとされるが、株価の上昇や下降の勢いが衰えた時にRSIが先に下がり始めることもあるがゆえ、トレンドの転換を見つけるためにもこの指標は有効である。

### 3-2 UmartにおけるRSI

Umartにおいて、Rsiの取得方法は以下の通り。

$$\text{RSI} = \frac{\text{前utより価格が上昇したutの回数}}{\text{前utより価格が上昇したutの回数} + \text{前utより価格が下降したutの回数}}$$

本来、RSIは価格のもとに計算されるものであるが、ここでは回数を基準としている。よってここにあるRsiStrategyは、RSIを応用したトレンド系のマシンエージェントといえる。

なお、算出期間は10つのUtである。



## 4章 U-Martとは

### 4-1 Umartとは

今回の実験で実験に欠かせないのが、人間の心理を抜きにして、テクニカル分析をもとにしたプログラムのみが取引に参加する環境である。この環境は実際の市場では用意ができないので、仮想の市場を想定し、シミュレーションをおこなうことにした。

そこで今回使用するのがUmartという人工市場システムである。

Umartには様々な特徴がある。

まず、実際の現物市場に対する仮想の先物市場をシミュレートしている点、先物のみの取引をしているために、現物の取引がおこなえない点、最後に、得られた先物価格が現物価格に影響を与えることはないという点。である。特に、先物のみの取引であるということはすなわち、価格変動がエージェントのみに委ねられることを表す。

### 4-2 Umartの取引の流れ

主に取引の流れは実際の株式市場と類似している。

まず、市場が閉じている。ここで先述の板寄せ方式により注文が集まる。そして市場が開くと、その中で最大の取引数量が確保されるような価格が決定されて約定される。ここからは証券取引所の午前の部を模したものであり、その市場が開いている期間は先述のザラバ方式で注文がされると板と比べられて約定できるものから順にその場で約定される。

一定期間が過ぎると、また市場が閉じる。ここでも注文が次に開くまで溜まっていく。この期間は、証券取引所のお昼休みを模したものである。

続いて、証券取引所の午後の部を模した市場が開放される。先と同様に、注文で価格が一致したのから約定し、再度市場が閉じる。この際のみ、約定されなかった注文は自動的に取り消される。

以上の一連の流れをもって1日とし、実験では一週間をなぞらえて5日間の取引をおこなう。

実際の商品を売買しているのではなく架空の商品を扱っているため、期日の最終日には先物を売った者と買った人で売買した時の価格と期日の価格との差額を精算して最終評価をおこなう。

### 4-3 証拠金制度について

先物取引では実際の決済は期日におこなわれる。そのため約定した注文に対して買った側は契約の履行のうりよくを示さねばならない。そのために証拠金制度がある。ある時点の売りポジションと買いポジションの差の証拠金額分を納めねばならない。

また、1日が終わると取引者の過去の注文をその日その日で再評価をする。その際に足りなければ証拠金の追加納入も必要となる。

こうして、取引の履行が保証されるのであるが、この値洗いの際に資金が不足して支払い不能となった場合は破産したものと扱われて、以後の取引が出来なくなり、以前の取引は期日に決済される。

Umartでも証拠金制度は採用されていて、証拠金率は300000となっている。

### 4-4 Umartの構成マシンエージェント

参加者の人間をヒューマンエージェントと呼ぶのに対して、アルゴリズムによる取引を行うプログラムをマシンエージェントと呼ぶ。

Umartには、予め以下のマシンエージェントが用意されている。

RandomStrategy、TrendStrategy、AntiTrendStrategy、RsiStrategy、と、それに対する

SRandomStrategy、STrendStrategy、SAntiTrendStrategy、

SRsiStrategyの計8つである。以下にそれらの特徴を記す。

#### **RandomStrategy**

RandomStrategyは、名の通りランダムに売り注文を出すか買い注文を出すか決定するアルゴリズムである。

#### **TrendStrategy**

TrendStrategyは、2つ前と1つ前の価格を得て比較する。もし、2つ前の価格より1つ前の価格が高いならば買い注文を、逆ならば売り注文を出す。

#### **AntiTrendStrategy**

AntiTrendStrategyは、TrendStrategyの逆の注文を出す。すなわち、2つ前と1つ前の価格を得て比較し、2つ前の価格より1つ前の価格が高いならば売り注文を、逆ならば買い注文を出す。

## **RsiStrategy**

RsiStrategyは、得た価格をもとにRSIを算出し、その指標をもとに上限値より高ければ売りを、下限値より低ければ買い注文を出す。

これらの4つのは、全て先物価格を得る。得られなかった場合、現物価格を得て、売買の判断や価格決定をおこなう。

## **その他のStrategy**

対するSRandomStrategy、STrendStrategy、SAntiTrendStrategy、SRsiStrategyのSとはSpot(現物価格)を指し、すなわちこれら4つのストラテジーは現物価格を得て、売買の半山野価格決定をおこなうアルゴリズムとなっている。

今回の実験では、これらのマシンエージェントの数を変えて市場の大きさとして変動させ、新しく作成したマシンエージェントを加えて対照実験をおこなう。

## 5章 実験

### 5-1 実験の目的

トレンド系指標としてのRSIの有用度について実験をおこなう。  
それに関して、UmartにおけるRSIを利用して価格振動を増幅させ、それによる本来のRsiStrategyの取引成績の変化を観測する。

### 5-2 使用するエージェントの作成

Umartにおいて、RsiStrategyは、価格の上がりすぎ、下がりすぎを指標によって判断し、逆張りをおこなうマシンエージェントである。

これに同じくしてRSIが上がりそうなときに買い注文で上げ、もしくは下がりそうなときに売り注文でさらに下げるような順張り注文をこのRsiStrategy自身に出させて、その結果、別に用意してある既存のRsiStrategyの取引成績にどう影響を与えるのかを観測する。

基本的な注文は既存のRsiStrategyと同じで、先に述べた算出期間と計算でRSIを取得させる。

売り買いの判断に使用する逆張りエッジバンドの上限値は0.7、下限値は0.3のまま、さらに中央にも順張りをおこなうためのエッジバンドを設けた。この中央のエッジバンドは上限値を0.55、下限値を0.45とした。これにより、トレンドの転換時以外はほぼ毎回注文を出すことになり、約定価格は上下に大きくなる。

このRsiStrategyに条件を加え(Add)た新たなマシンエージェントをAddRsiStrategyと名付けた。

このAddRsiStrategyは、追加した条件だけではなく、RsiStrategyが本来もつ注文条件にも同様に対応するため、追加した条件のもつ影響が2つのマシンエージェントの差となって現れる。

このことから、実験はこの新たなマシンエージェントを加えたことによる既存のRsiStrategyの成績変化を観測するだけではなく、AddRsiStrategyと既存のRsiStrategyの成績を比べる実験を同時におこなう。

Umartにおいて、価格の変動差を利用して利益を上げようとしたとき、そのとき行った注文までもが価格の反映材料となる。その注文が市場に反映されるときの影響は、その市場の大きさによって変わって来る。今回作成した AddRsiStrategyは、順張りによって市場に影響を与えた上で逆張りで利益を得ようとするマシンエージェントである。

そこで、今回の実験では、取引に参加するエージェントの数を大きくなると影響力が落ちることを予測し、全体の価格変動の大きさを崩さぬようにして観察したい。

## 5-2 実験方法

取引に参加するエージェントは以下の通り

- TrendStrategy
- STrendStrategy
- AntiTrendStrategy
- SAntiTrendStrategy
- RsiStrategy
- SRsiStrategy
- AddRsiStrategy

RandomStrategyとSRandomStrategyに関しては、売りと買いの注文をランダムに行うために、不用意に出来高が上がってしまう。今回は、市場の大小での注文の影響を考察する。AddRsiStrategyがトレンドを増幅する際の注文がトレンドと関係無しにかきけされてしまうために、今回の実験では外している。

また、先物価格が現物価格に近づこうとするという先に述べた性質を利用して、相場を決定したい。そのために現物価格を参照する

SRandomStrategy、

STrendStrategy、

SAntiTrendStrategy、

SRsiStrategy、の4つのマシンエージェントにも参加させることとした。

これにより、現物価格の相場での注文が出るために、現物価格が上昇相場ならば先物価格も上昇相場となることが期待できる。

## パッケージの作成

TrendStrategy  
STrendStrategy  
AntiTrendStrategy  
SAntiTrendStrategy  
RsiStrategy  
SRsiStrategy

以上の6つのマシンエージェントを1つのパッケージとして、既存(existing)のストラテジーであるからExStrategiesと名付ける。

このExStrategiesとRsiStrategyを競わせて、その後にExStrategiesとAddRsiStrategyとを競わせてその成績を見る。

また、市場の大きさにその影響が見られるかを調べるために

先のExStrategiesとRsiStrategyとの対戦の比率を1:1とするならば、その比率を2:1、3:1、4:1、5:1と変えて、繰り返し実験を行う。

つまり、マシンエージェントの数は、最初は6対1、続いて12対1、18対1、24対1、30対1と増やしていく。

また、その結果として、RsiStrategyの結果が複数ある場合は、それらを加重平均したものをRsiStrategyとして記録する。

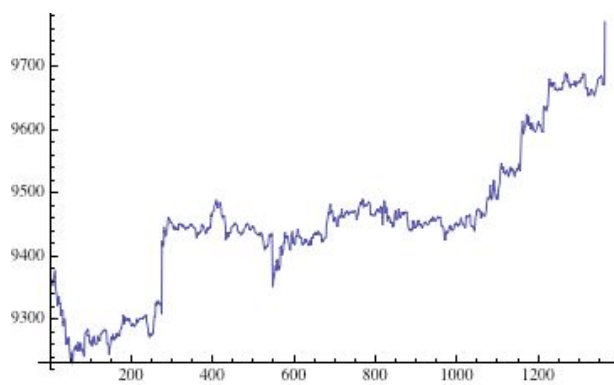
このようにして対照実験を、マシンエージェント構成比率を変えて5通り、

RsiStrategyとAddRsiStrategyを入れ替えて2通り、

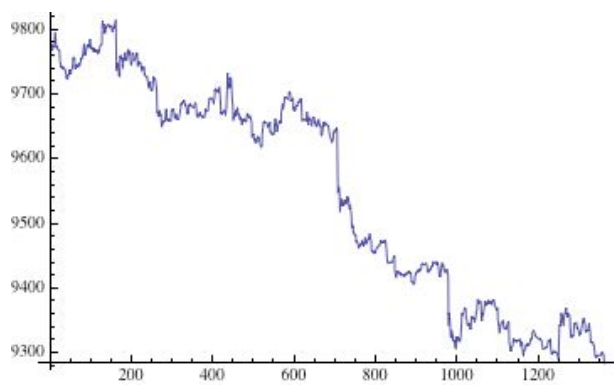
また現物価格の相場を指定して、上昇相場、下降相場、レンジ相場の3通りすなわち計30回行った。

それぞれの実験で使用した現物価格の推移は以下の通り。

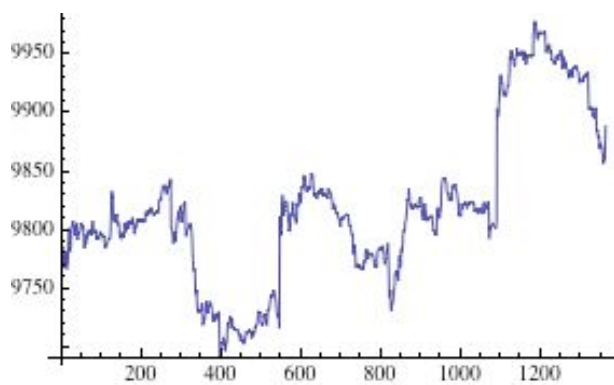
### 上昇相場



### 下降相場



### レンジ相場



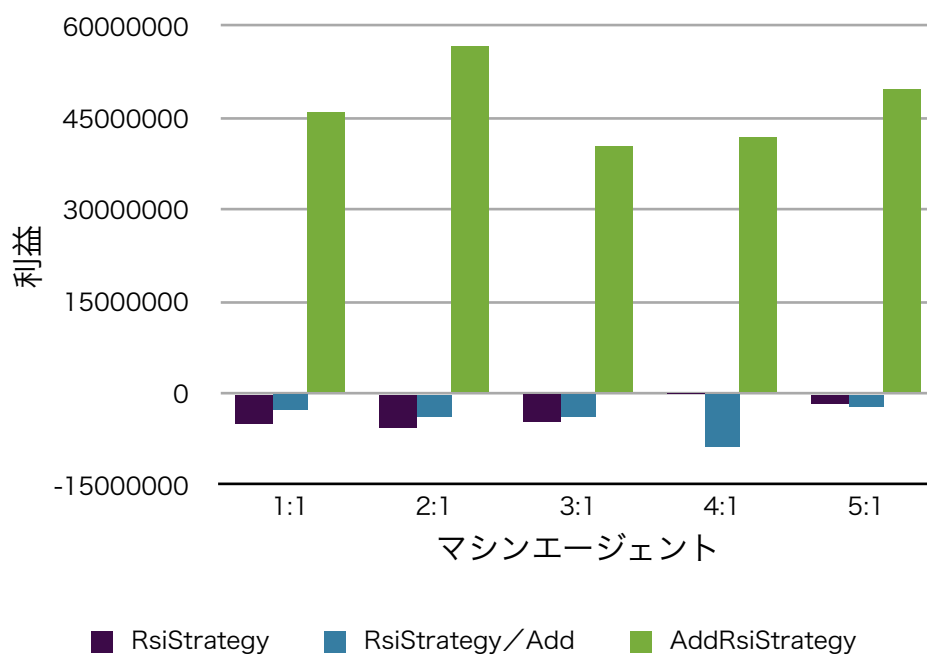
## 6章 実験結果

以下は、対戦の成績である。

それぞれの相場でのRsiStrategyとAddRsiStrategyの利益金額を得た。

上昇相場について。

上昇相場			
	vs RsiStrategy	vs AddRsiStrategy	
比率	RsiStrategy	RsiStrategy	AddRsiStrategy
1:1	995,087,050	997,288,700	1,045,970,100
2:1	994,472,300	996,217,700	1,056,726,200
3:1	995,334,775	996,143,266	1,040,408,000
4:1	1,000,011,380	991,217,475	1,041,872,200
5:1	998,326,583	997,826,800	1,049,704,300



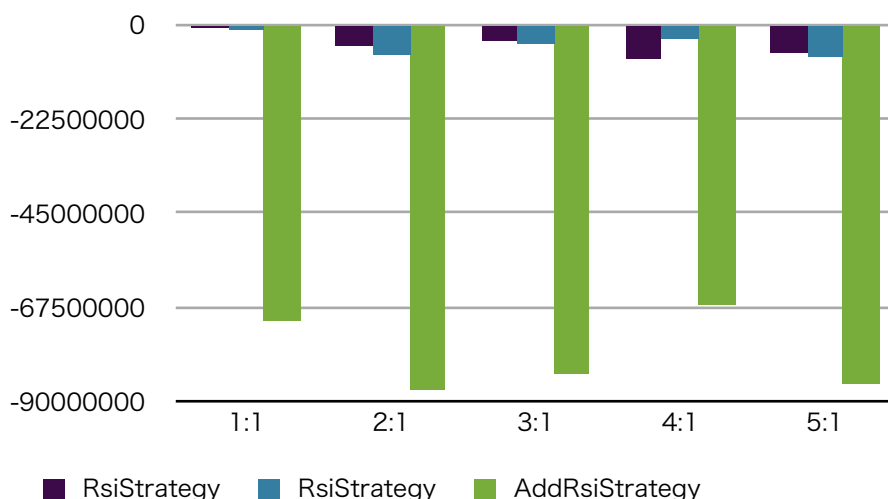


上昇相場の実験の結果からすると、AddRsiStrategyは安定して利益をあげている。ここで注目すべきは、マシン構成比率が3:1から4:1に転換するところでRsiStrategyと、AddRsiStrategyが加わった時のRsiStrategyとの差の符号が変わることになっている。

これは、AddRsiStrategyが中央付近のエッジバンドで順張り注文を出した際に増幅されたトレンドが、マシン構成数が多くなるにつれてAntiTrendStrategyなどの逆張り注文にかき消されて市場を誘因出来なくなったことが理由に考えられる。

続いて、下降相場において考察する。

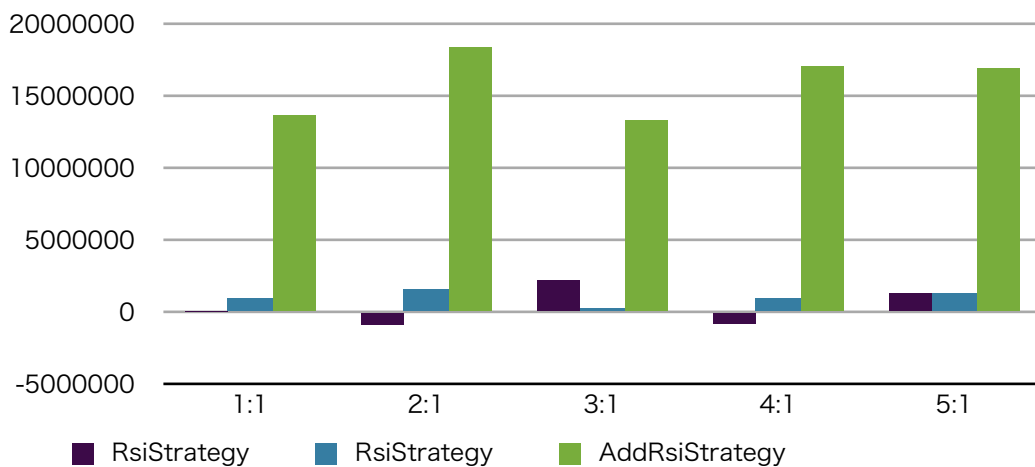
下降相場			
	vs RsiStrategy	vs AddRsiStrategy	
比率	RsiStrategy	RsiStrategy	AddRsiStrategy
1:1	999,389,800	998,728,600	929,192,400
2:1	995,080,233	992,910,950	912,757,400
3:1	996,144,050	995,507,900	916,606,700
4:1	991,960,660	996,772,425	933,107,300
5:1	993,271,033	992,356,480	914,149,900



下降相場では、総じてAddRsiStrategyの利益率は負の状態となった。  
 相場は下降してしましたが、この場合も4:1の時に差の符号が入れ替わるとい  
 うことが発生している。  
 今回の下降相場では、AddRsiStrategyの働きによって得られた新たなRSIが互  
 いにとって不都合を生じさせたと推測できる。

次にレンジ相場を考察する。

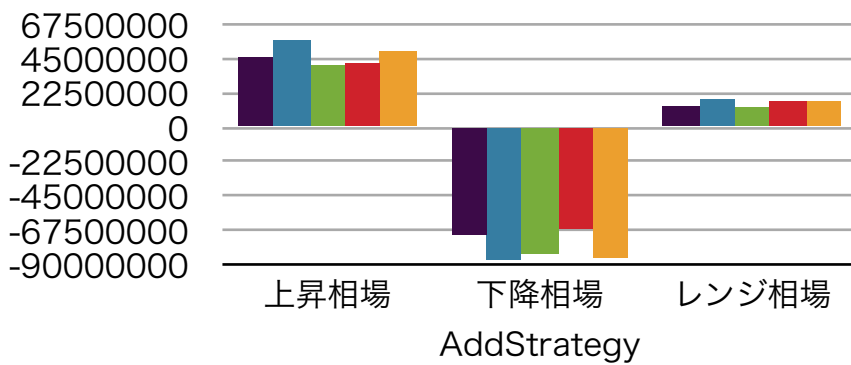
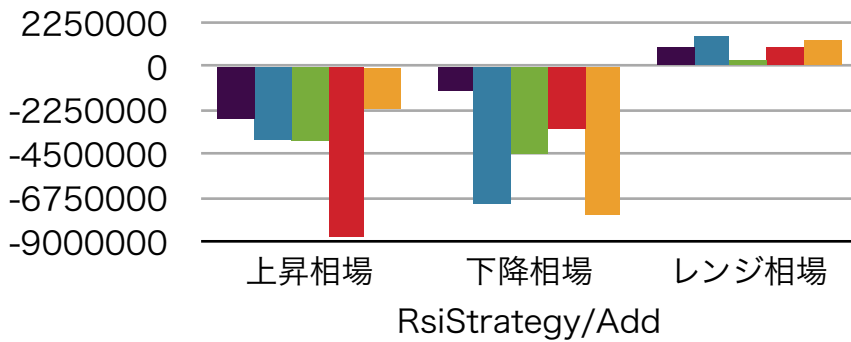
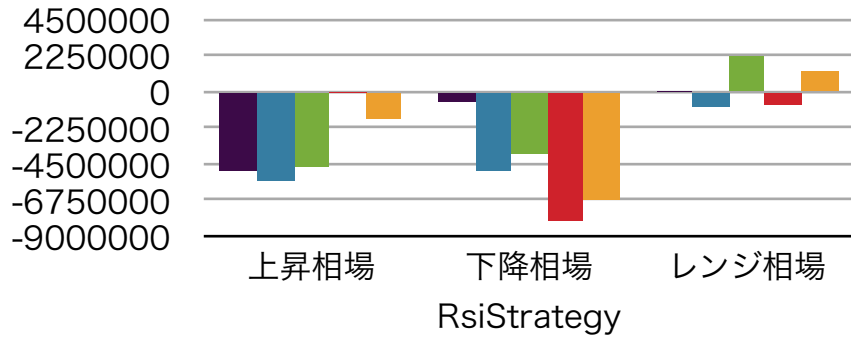
レンジ相場			
	vs RsiStrategy	vs AddRsiStrategy	
比率	RsiStrategy	RsiStrategy	AddRsiStrategy
<b>1:1</b>	1,000,031,250	1,000,951,600	1,013,683,500
<b>2:1</b>	999,100,833	1,001,553,100	1,018,362,700
<b>3:1</b>	1,002,210,400	1,000,300,233	1,013,324,200
<b>4:1</b>	999,169,760	1,000,954,075	1,017,087,500
<b>5:1</b>	1,001,298,400	1,001,323,960	1,016,895,700



レンジ相場においては、価格の上下の振動が元々大きいこともあり、AddRsiStrategyの影響なくしても利益を得ていた。ただし、やはり影響があるとRsiStrategyも総じて利益を獲得できるように市場が変化していた。今回はAddRsiStrategyは比較的大きな利益を安定してだしていた。

ここで、各エージェントごとに、利益額のグラフを並べてみる。

■ 1:1    ■ 2:1    ■ 3:1    ■ 4:1    ■ 5:1



これらを見るに、全ての相場について、1:1から1:3にかけては AddRsiStrategyがRsiStrategyの対戦結果を自身の結果に近づけていることがわかる。これまでの考察で出て来た1:3から1:4に変化するときに見られた符号の変化を考えるに、この区間まででAddRsiStrategyがもつ市場に与えるトレンド増幅の影響力が無くなってきていると思われる。

1:3から1:4、すなわち、マシンエージェントの数で表すと、18:1から24:1である。

各エージェントの出す注文量は一定ではないが、仮に一定であると仮定すると、注文の比率としては、全体の1/24から1/18以上の注文の結果すなわち出来高に参与することができれば、価格変動の変動を狙うことができるといえる。

## 7章 総論

マシンの構成比率を変えて、それをもって市場の大きさの変化として、トレンドをもとにしたエージェントが注文を出した影響について考察した。

今回ポイントとなったのは、トレンドを創り出して、同じようなマシンエージェントでその利益を享受することにある。

参加させたマシンエージェントがそれぞれバラバラな注文をおこなっていたため、不安定な結果となったが、逆にそれにより決まって現れた変化が浮き彫りとなった。新たに設けたAddRsiStrategyに関しては、中央のエッジバンドを超えた時点では毎回注文を出し続けるので、ポジションはどうしても乖離しがちであった。下降相場で大きな損失を出してしまったのは、買いポジションが大きくなって売る際にその買値を回収できなかったことにある。これは中央のエッジバンドよりも外側のエッジバンドに関する注文数量を機会の比率によって大きくすれば期待値上では回避できる。また、今回の実験では扱わなかったエッジバンドの帯域の変化によっても結果は異なってくるであろう。

実際の市場では今回は使用しなかったRandomStrategyのようなランダムな取引もおこなわれている。それがために投資初心者が期待以上の利益を得たり、プロの投資家が思わぬ損失を出すのである。

そのようなランダムな事象をあまり考慮していない点からも今回の実験は実際の市場とはかけ離れた舞台であったことは確かである。今回の実験結果、分析をみるにあたっては、都合のいい解釈であるということを心に留める必要があると考える。

終わりに

Umartを学び、実験を繰り返すことで市場への理解が顕著に進んだ。稚拙な分析ではあるが、数多くおこなった実験結果の中で手探りに探し出した推論を通して論文として仕上げている。私に統計の知識があればさらなる分析や実験により良い推測のもと論文完成にこぎつけたであろう。本論文は、やや悔いの残るものとなってしまった。

ただ、指導教官の有賀裕二教授には、Umartをはじめ、ゼミの教授として数々のご指導を2年間にわたってしていただき、数多くの知識を授けていただいた。

ここに感謝の意を示して、この論文の終わりとさせていただきたい。

2014年 吉日  
上野嵩貴

~参考文献~

『人工市場で学ぶマーケットメカニズム—U-Mart 経済学編—』  
塩沢由典 中島義裕 松井啓之 小山友介 谷口和久 橋本文彦

共立出版

『人工市場で学ぶマーケットメカニズム—U-Mart 工学編—』  
喜多一 森直樹 小野功 佐藤浩 小山友介 秋元圭人

共立出版

『実践相場で勝つ! 株価チャート攻略ガイド』  
藤本 壱

日本国民社