

人工先物市場 U-Mart における
現物価格対象戦略と先物価格対象戦略の有効性

平成 24 年 1 月 27 日

指導教官 : 有賀裕二

学籍番号 : 08C4167019K

氏名 : 畠中崇史

目次

はじめに

第1章	準備
	1. 歴史
	2. システム
	3. 先物取引の重要性
	4. 現物と先物の違い
	5. 価格の決定
	6. 価格の変動
	7. 価格の予測

第2章	本論
-----	----

第3章	実験
	1. U-Martの特徴
	2. 実験の目的
	3. 実験環境の設定
	4. マシンの戦略
	5. 時系列の紹介
	6. 結果
	7. 考察

第4章	結論
-----	----

おわりに

はじめに

U-Martとは、人工先物市場である。コンピュータ上やネットワーク上に多様なエージェントが介在する仮想の市場をつくり、実際の金融市場に見られる市場経済の複雑な動きをシミュレーションできる研究プログラムである。

U-Martでは投資戦略をプログラムしたマシン・エージェントを自分で作成し、組み込むことができる。現実には様々な投資戦略が存在する。新しい戦略を生み出した際、実際の市場で試すより仮想市場で運用してみることはU-Martの有益な使用方法の一つと考えられる。U-Martに触れてみれば誰も投資戦略を考えたり、マシン・エージェントを作成したい衝動に駆られるだろう。斯く言う私もその一人である。そこで、まずはマシン・エージェント作成の第一歩である投資戦略の対象にする価格について研究してみることにした。現物価格や先物価格を対象に戦略を立てる既存のマシン・エージェントを利用し実験を行うことで、その結果が投資戦略とマシンエージェント作成の足がかりになることを期待したい。

本論文の構成は次のようになっている。第1章では先物取引や本論文で使用する諸概念について述べる。第2章では先物取引の戦略の問題に対して現物価格と先物価格の2つの側面から考察し、第3章ではU-Mart実験により検証を行う。最後に第4章で本論文の結論を述べる。なお、付録として実験のログファイルを加えた。

第1章

先物取引について考察する

1. 歴史

古くから経済が発展してきたのは西洋であり、マルクスやケインズなど著名な経済学者は外国に多い。日本においてノーベル経済学賞を受賞した者はいまだいない。先物取引の発端も西洋のイメージがあるかもしれない。ところが、先物市場の原点は実は日本にある。先物取引の用語は非常にとっつきにくいかもしれない。しかし、これは日本語に語源があったり英語と混在しているからであり、日本にルーツがある証拠であるのだ。

その歴史は420年以上も前、江戸時代に遡る。1580年に大阪佐堀川のほとりに「淀屋米市」という米の取引市場が誕生した。当時の日本経済の基盤は米であった。年貢として現在の税金の意味をなすなど米は貨幣と同じ役割を果たしていた。各藩の大名たちは、商業の中心地であった大阪に蔵屋敷を作り、米などを運び、これを商人に売って藩の運営資金に当てていた。そこで、この商人たちが自主的に開設したのが「米市(マーケット)」である。このマーケットの画期的な点が「米手形」である。「いちいち取引のために米俵そのものを動かしては大変」ということから、「この米はいくらで交換できる」という一種の証券を発行したのである。この米手形によってトレードが行われた。やがて大坂の米市場は、日本の経済を支える流通市場となったのである。

近代的な商品先物取引が始まったのは、1730年に江戸幕府が大阪堂島米相場会所に対し、米の先物取引を許可したのがきっかけである。

1730年代当時、日本では年間2,700万石程の米の収穫があった。そのうち、自家商品や年貢で消費された残りの米が市場に出回った。500万石の約4割が大坂で取引されていたと言われ、大阪は米の大市場だったといえる。こうして、広まった商品先物取引は、収穫量によって農作物の値段が乱高下するのを防ぐ目的で収穫前に「受け渡しを約束」することで、生産者のリスクを低減させていた。江戸時代に生まれた「商品先物取引」は現代においてもリスクを低減させ、安定した商品取引方法として高い評価を得ている。

2. システム

先物取引とは、将来の一定の期日に、今の時点で取り決めた価格で特定の商品を取引する契約である。簡単にいえば予約取引のことで、特に取引所で行われる予約取引のことをいう。先物取引には、(1)商品が定型化されている (2)差金決済が中心である (3)取引所取引である (4)証拠金制度を導入している (5)値洗い制度がある、という5つの特徴がある。

商品の定型化とは、売買単位や受渡期日などの取引条件が規格化されたものをいう。この定型化した商品を標準物と呼ぶ。先物取引では、予約の対象となる商品の取引条件、取扱金額や予約期間があらかじめ決められている。つまり、定型化された商品だけが取引されている。実際に取引されている商品の取引条件はまちまちであるため、個々の条件に見合った取引相手を見つけることは不可能に近い。そこで、大抵のニーズにあう架空の取引条件のものを上場している。これが標準物である。実際に取引されている商品を対象として、先物取引が行われているのではないことに注意したい。標準物を取引対象とする方式は、対象銘柄を変更する必要がない点、価格の継続性が維持される点、個別銘柄の属性に煩わせられない点などに優れており、取引の円滑化に役立っている。例えば、東京証券取引所で行われている債券先物取引では、クーポンレートや償還期限などを標準化して設定したものを、取引の対象としている。

先物取引は取引最終日までに転売・買戻しと呼ばれる反対売買を行い、差金の授受によって決済する。商品を受け渡す代わりに、反対取引をして生じる損益だけを受け渡す。これを差金決済という。反対売買を行うことで、期日以前に決済することができるのである。例えば、ある商品を100円で買う予約をしていて、反対売買をする時点の商品価格が110円に値上がりしていたとすると、100円で買って110円で売るので、差額の10円を取引相手(取引所)から受取ることになる。対象となる先物を100円で買う予約をした人は、限月(期限日)までに必ず、転売により決済しなければならない。そのとき先物価格が110円に値上がりしていれば10円の利益が得られるが、相場が90円に下落していれば10円の損失が生じる。

取引所で行われる取引のことを取引所取引という。取引所取引の特徴は、商品が定型化されていて限月まで、いつでも反対売買を行えることにある。取引所取引では取引の注文を一定の場所に集めるため取引が成立しやすくなり、市場の流動性が確保されている。個人的な契約では不当に高い価格で取引が成立してしまうことがあるが、取引所では多くの人達が取引に参加するため、一般に妥当と考えられる公正価格で取引することができる。これに対し、銀行間や一般企業との

間で1対1で取り交わされる相対の予約取引のことを先渡取引(フォワード)といい、先物取引と区別されている。

証拠金制度は取引所に一定の証拠金を差し入れるだけで売買を行えるという制度である。これは先物取引の履行の安全性を図るためである。証拠金は、予約金額の3%前後用意すれば、取引することができる。少ない金額で大きな取引が行えるのである。これはレバレッジ(てこの原理)効果と呼ばれている。

値洗い制度とは毎日、その時点で契約を清算した場合に考えられる損益分を、証拠金のやり取りで決済しておく方法である。つまり、発生した損益の支払準備を行っておく制度である。この制度により顧客が取引を決済できなくなるという事態を回避している。

3. 先物取引の重要性

個人投資家としては先物取引を資産運用の手段として利用する。相場を予測し利益を狙うのである。一方、機関投資家としては先物取引には別の重要な意味がある。それはリスク・ヘッジの手段の一つであるということだ。現物市場における将来の価格変動リスクを先物市場で現物市場と反対のポジションを取ることによってリスクを回避するのである。本来、このリスク・ヘッジのために先物取引が誕生したと考えてよい。例えば、輸入業者が海外の産地で商品を買付け、3か月かけて船で輸送し、国内で販売したと仮定する。この時、買付け時より価格が下がっていれば否応無しに買い値より安く売らざるを得ないため、値下がり分は丸々損失になってしまう。取引量次第では、その損失は取り返しのつかないものになり兼ねない。

そこで、値下がりリスクを回避・軽減するために、あらかじめ現物を買付けたと同時に、先物市場で同量の売り注文を出しておく。現物が値下がりした場合は、その指標価格となる先物市場の価格も値下がりしているため、先物市場での売り契約を買い戻し決済をすれば、逆に値下がりによる利益を得ることができ、現物取引で生じた損失をカバーできるわけである。現物が値上がりした場合は現物取引で利益が生じるが先物取引での決済による損失で相殺される。このようにリスク・ヘッジとは、利益を出すということよりも、当初の計画通りの利益を得るために行う保険的役割をいう。(図1)

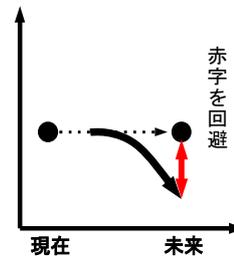
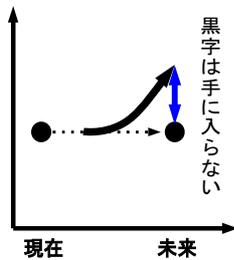
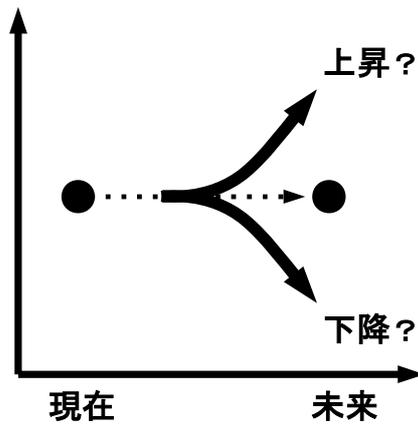


図1

このように先物取引は現代経済において重要な役割を担っている。そして、先物取引が行われているということは経済が発展している証拠ともいえる。先物市場の発展に力を入れている国があるのも事実である。

4. 現物と先物の違い

本来、現物価格と先物理論価格では先物理論価格の方が高い。これは先物取引の決済は将来行われるため、資金を他の金融商品で運用すればその間の利息を受け取ることができると考えられるからである。

現物取引は、契約(売買を行うことを決定する)、受渡(売買をした商品を売り手から買い手に受け渡す)、精算(金銭の処理)の3つがほぼ同時に行われる。先物取引は現時点で契約をし、受

渡と精算を後日行うという違いがある。つまり、限月に近くなる契約につれ現物と先物の差は縮まり、価値は等しくなるといえる。いわば、一物一価の法則が成り立つのである。一物一価の法則とは経済学の概念で自由な市場経済において同一の市場の同一の時点における、同一の商品は同一の価格であるという法則である。これを利用して、裁定取引が行われる。

裁定取引とは現物市場と先物市場の価格差から利鞘を狙う取引のことである。ある時点で現物価格が100円だとする。1ヶ月先を限月とする先物価格120円だとする。この場合、価格が低いほうである現物を購入し、先物を売却する。そして、限月を迎えたときには現物価格が上がった場合と下がった場合の2パターンがある。140円になったとする。このときには買った現物を売り、40円の利益である。そして売った先物は決済により買い、20円の損失である。合わせれば20円の利益である。反対に80円になったとする。この場合は先物を買うので40円の利益である。しかし、現物は売るので20円の損失である。こちらも合わせれば20円の利益である。つまり、裁定取引をした時点で将来の価格が上がろうか下がろうか、利益を出すことができるのである。ノーリスクでリターンを得られることから、これを狙う参加者が存在する。彼らの行動で需給バランスが変動する。ゆえに相対価格は平準化していく。乖離していくたびに利益を狙う裁定行為により2つの価格は近づくのである。現物価格と先物価格がずっと乖離した状態が続くことはありえないともいえる。だからこそ、先物取引にはヘッジ機能が働くのである。

5. 価格の決定

価格は需要と供給のバランスで決まるものである。需要とは商品・サービスが安くなればなるほど買いたくなることであり、供給とは商品・サービスが高くなればなるほど売りたいことである。これらが均衡した場合に市場価格となる。つまり、買い手の値段と売り手の値段が一致する時である。そして取引が成立して初めて、「価格」と呼べるだろう。株式はまさにそうであるし、これは先物取引でも同じである。板情報がその形である。買い手は希望の値段で注文を出す。また、売り手も希望の値段で注文を出す。それぞれ数量があり、それを集めているわけである。これをグラフにすれば需要供給曲線のグラフと同じになる。

ポイントは取引が約定することにあると私は考える。指値取引であれば注文を出す際に、注文価格を自分自身で決めるわけだが、この状態ではまだ「価格」と呼べないだろう。気配である希望価格と市場価格は別である。

6. 価格の変動

次に、価格の変動について考えてみる。現物価格と先物価格はともに変動するものである。変動の要因は前述の需給のバランスの変動である。売りが多ければ価格は下がり、売りが少なければ価格は上がる。また、買いが多ければ価格は上がり、買いが少なければ価格は下がる。需給の変動についてはさまざまな要因が考えられる。為替動向、景気動向、国際情勢などの影響の中、経済活動が行われてる。この変動を100%正確に予測することは困難である。先物価格も同様であるが、その特徴から現物価格とは異なる変動要因もある。先物市場による空売りによって実物市場の需要が発生する可能性もある。

価格変動の速度は先物価格のほうが速いといえる。相場全体に影響を与える情報又はニュースなどが伝達された場合、現物指数はまず個々の株価に当該情報が反映され、当該価格変化が現物指数の変動に反映されるというプロセスを経るのに対し、先物取引は価格そのものが情報に対して反応するという違いがあるからである。さらに現物指数の場合、構成銘柄毎に取引の流動性が異なることから、流動性の低い銘柄の価格情報が指数に反映される速度が、流動性の高い銘柄に比して遅くなることから、その結果として現物指数が先物価格の変化よりも遅行して見えることになる。このように情報が価格に織り込まれる経路の違いから価格変動の速度が異なる。

7. 価格の予測

- ファンダメンタルズ分析

ファンダメンタルズ分析とは投資指標、具体的にはPER、PBR、ROEなどをもとに企業の価値を分析することである。株式の本質的価値と市場価格にギャップが存在しても、いずれは本質的価値が市場で実現されるという考え方である。株価が株式の価値よりも割高に見えたり、割安に見えたりする。株価を割安だと見ると、将来株価が株式の価値に戻ることを期待して買いの判断をする。個人投資家は機関投資家に比べ、情報量が少なくファンダメンタルズ分析においては弱い立場であるといえる。

- テクニカル分析

テクニカル分析とは移動平均線、株価チャートなど、株価データの「型」(＝パターン)をもとに、相場の先行きを分析することである。

「株価は株価に聞け」という相場格言にもあるように投資家心理が株価形成に反映し、決定された市場価格は全ての情報を織込んでいるという考え方である。

テクニカル分析はオーソドックスな見方だけでは判断がつかかねる場合が多く、見る人によって受け取り方が異なるものといえる。

価格グラフには山と谷がある。山で売って谷で買うことができれば利益をあげることができる。これをキャピタルゲインという。大きな山と谷の間の小さなアップダウン見極めることができれば小さなアップダウンからも利益をあげることができる。(図2)

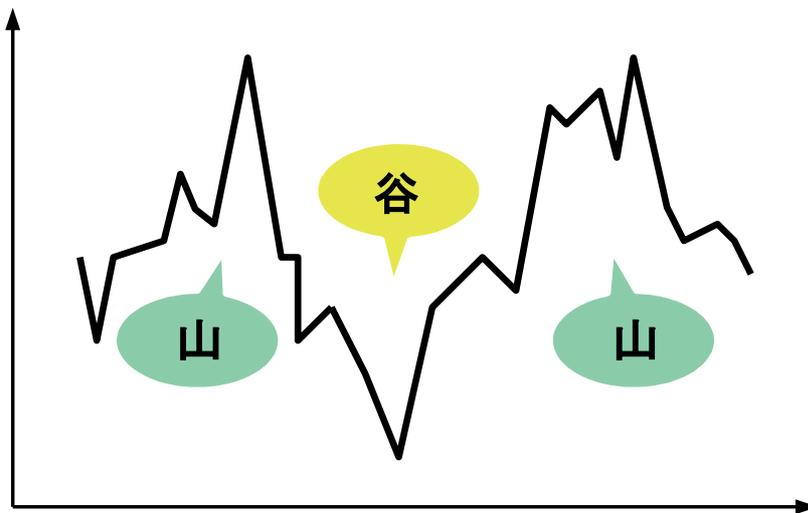


図2

市場参加者は3つのタイプに分けることができる。ヘッジ機能を目的とした者(ヘッジャー)、投機を目的としキャピタルゲインを狙う者(スペキュレーター)、裁定取引により利鞘を狙う者(アービトラージャー)の3種類である。今回はスペキュレーターの立場として戦略を考えていく。先物取引にはレバレッジ効果があり、スペキュレーターが少なくないからである。

第2章

現物価格対象戦略を焦点に取引について考える

先物は派生取引として現物を原資産としている。先物取引なので先物価格で取引するのは言うまでもなく、当然だと思える。しかし、現物取引と先物取引を全く別の取引と考え、現物価格を無視してもいいのだろうか。もしも、現物価格を対象に先物取引をするとどうなるかという視点から考えてみたい。

先物取引の根本として、ポイントは約定と値洗いの2つである。どんなに良いタイミングで適切な注文を出したとしても約定しなければ無意味である。また、約定した後に先物取引には値洗いがあるためにポジション管理を無視しては損益の変動が起こる。投機を目的とするならば、この点を注意しなければならない。

現物価格、先物価格は互いに変動していくわけであるが、その中で互いの関係は4つのパターンに分類できる。変動の仕方と乖離の状態を項目に、分けてみることにする。

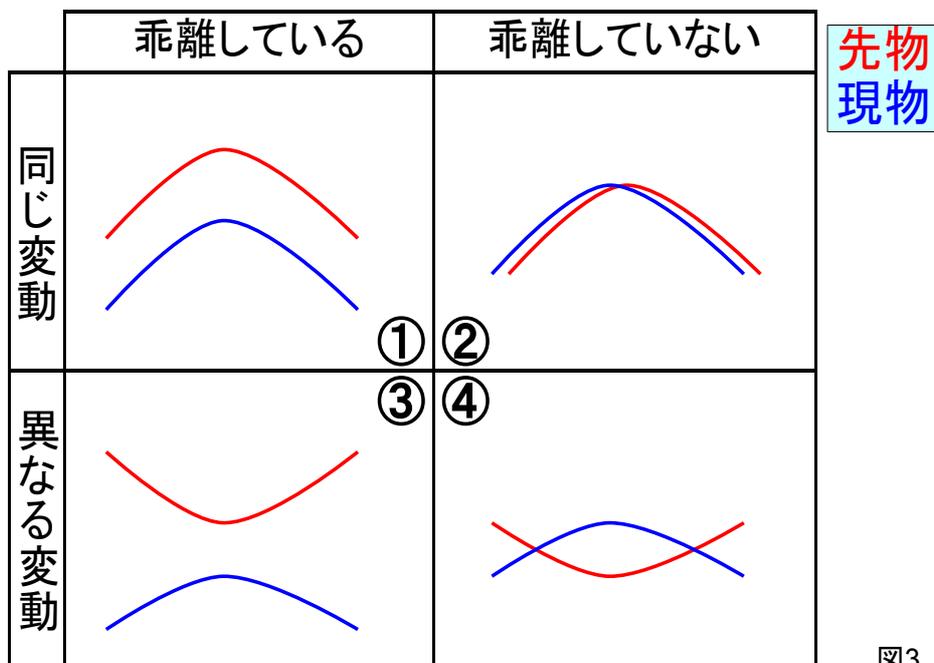


図3

(図3)

① 先物価格 > 現物価格

もとより現物価格が先物価格よりも低いので、現物価格で売ることにはできるが、買うことは不可能である。約定しないだろう。ゆえに、現物価格で売ったと仮定する。下降トレンドならば買いたい。しかし、買うことは不可能である。売りポジションのまま経過していく。相場をよめて、現先同じトレンドだとしても約定しないことで利益は出せない。利益を狙うには売った価格よりも先物価格が低くならなければならない。さらに、値洗いによって先物価格の影響を受け、相場価格(先物価格)で売った場合に比べ損失が出るだろう。

現物価格 > 先物価格の場合はこの逆の状態と同じ現象になる。

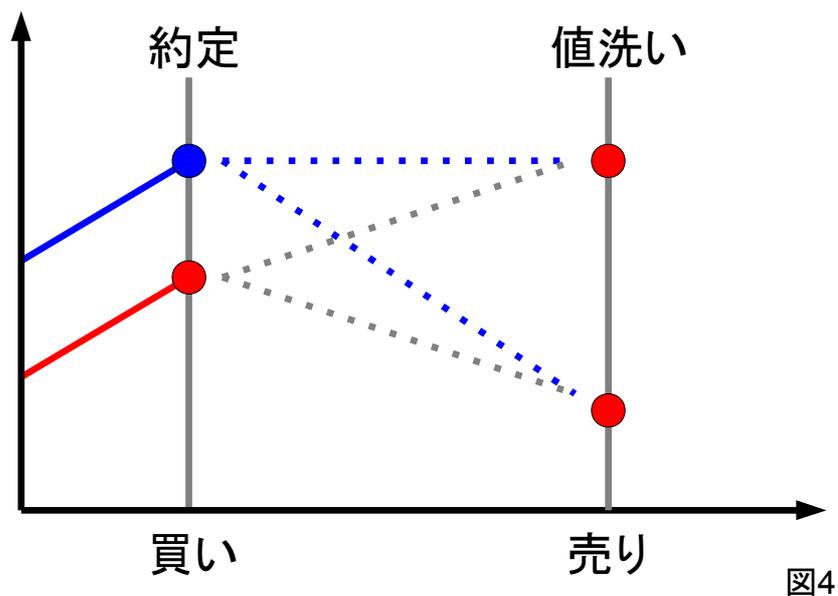
② この場合ならば、現物価格でも約定する可能性が高い。値洗いも相場価格で取引した場合とさほど変わらないといえる。

③ 先物価格 > 現物価格

異なる変動なので約定する確立はゼロではないだろう。約定に関しては①と同じ状態に陥る。売ることはできない。現物価格が下降トレンドならば買いたいが、反対に先物価格は上昇トレンドである。かなり高い価格でしか買うことはできない。値洗いが①よりも大きく影響する。離れたり近づいたり推移の仕方による影響もある。

④ このパターンが最も複雑だろう。約定できるとすれば2つの価格がクロスする地点だろう。値洗いも利益が出る可能性があれば損失が出る可能性もある。

実際はこの4つのパターンが組み合わさって価格推移は成り立っているわけである。どのパターンにおいても先物のトレンドに逆らって利益を出すことは不可能である。また、現物価格で注文を出しても約定はしない、しづらいといえる。さらに、乖離した状態ならば変動の仕方にかかわらず、値洗いの影響が大きい可能性がある。先物価格がその時の最適価格なので、現物価格はそこからずれた価格と考えられる。例えば、先物取引よりも現物取引のほうが高い状態で変動している場合を考えてみる。現物価格で買い注文を出したとする。同じタイミングの先物価格での買い注文よりも高い価格で約定することが考えられる。すると値洗いでは先物価格が上昇しても利益はあまり見込めず、下降したときにはかなりの損失を受けることになる。(図4)



値洗いのためにも先物価格は無視することはできない。このように、やはり先物取引では先物のトレンドを予測し、先物価格を対象に取引を行うべきである。では、本当に現物価格を気にしなくてもいいのだろうか。1つだけ注意すべきことがある。それは決済である。限月にポジションがゼロでない場合、最終日の現物価格で反対売買をし、差金決済する。値洗いと仕組みは同じだが値洗いは先物価格で行われるのに対し、決済は現物価格なのである。順調に利益を出していても、ポジションをもった状態で現物トレンドを無視していると最後に思いもしない損益で終わることになる。もちろん、決済で利益を出すことも可能ではあるので現物価格に注目することも必要である。

(図5)

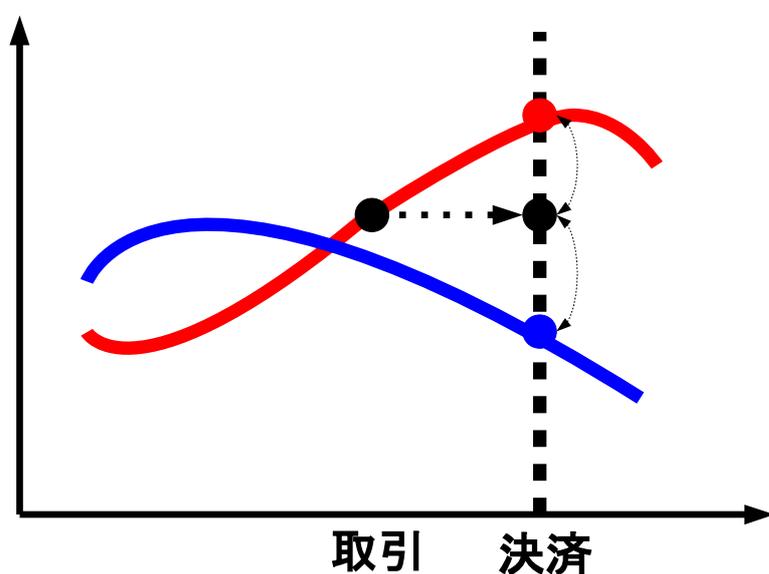


図5

決済期限が遠い期先ならば、それだけ値洗いの回数も多く、またポジション管理も易しい。つまり、先物価格だけ意識すればいいのである。それに対し、決済期限が近い期近ならばポジションをゼロにする機会が少なく、決済を迎えることを考えなければならず、現物価格も意識しなければならない。

原則として先物価格を対象に取引するべきであると私は考える。値洗いでの損益を確定するためにポジション管理が必要である。ポジション管理のためには約定しやすい方がよい。そのためには現物価格より先物価格を対象に注文するべきである。また、利益を出すためには安く買い、高く売ることであり、先物トレンドをうまく見極める必要がある。ただし、期近の場合は現物トレンドにも注意を払うべきであるのだ。

第3章

実験により、検証を行う

1. U-Mart の特徴

先物市場には3種類の参加者がいることは第1章で述べたが、U-Mart ではヘッジャーとアービトラージャーは存在しない。投機を目的とするスペキュレーターのみである。そして10種類のマシン・エージェントが組み込まれている。

- TrendStrategy
- AntiTrendStrategy
- RandomStrategy
- SrandomStrategy
- RsiStrategyStrategy
- SRsiStrategyStrategy
- MovingAverageStrategy
- SmovingAverageStrategy
- SFSspreadStrategy
- DayTradeStrategy

先物価格はマシン・エージェントの取引により変動していくが、現物価格はあらかじめ設定されたものである。

2. 実験の目的

マシン・エージェントには先物価格 (U-Mart 価格) を対象にしたものと現物価格を対象にしたものがある。同じ戦略のマシンで頭文字が「S」から始まっているものが、現物価格を対象にするタイプであり、そうでないものが先物価格を対象にするものである。この2種類を実験により比較する。約定率、未実現損益と決済での損益を調査する。

3. 実験環境の設定

- 板ヨセ形式
- 30日6節
- 初期金額 10,000,000,000 円
- 調査対象エージェント = MovingAverage、SMovingAverage、Rsi、SRsi
- 現物価格の時系列 = 過去の日経平均株価

U-Mart には板ヨセ版とザラ場版がそれぞれリリースされているが、今回は板ヨセ版を使用する。これは板ヨセ版のほうが日数を多く実験できること、それにより値洗いの機会が増えるためである。現物価格の時系列は実際の日経平均株価を用意し、1日6節とし30日間を取引期間とする。つまり、計180回の取引が行える。マシンは順張りと逆張りから選び調査する。MovingAverageとSmovingAverage、RsiとSRsiの比較である。現物価格に日経平均株価を用いるため、テクニカル分析に基づいた戦略を有するマシンを利用することにより、実際の市場取引のために参考しやすい条件になるからである。

4. マシンの戦略

- **MovingAverageStrategy**
先物価格の短期と中期の移動平均を計算する。短期移動平均と中期移動平均が交差しているか否かを調べる。交差しているときに注文を出す。短期移動平均のトレンドを調べ、上昇しているときは買い注文、下降している時は売り注文を出す。
- **SmovingAverageStrategy**
現物価格の短期と中期の移動平均を計算する。短期移動平均と中期移動平均が交差しているか否かを調べる。交差しているときに注文を出す。短期移動平均のトレンドを調べ、上昇しているときは買い注文、下降している時は売り注文を出す。

- RsiStrategy

先物価格を得る。もし、先物価格が得られなければ現物価格を利用する。その値を元に RSI を計算する。 $RSI = \text{upSum} / (\text{upSum} + \text{downSum})$ 。ここで、upSum は上昇したときの価格変動の合計、downSum は下降したときの価格変動の合計。もし、RSI が上限値 (1.0-edge band value) よりも高ければ売り注文を、RSI が下限値 (edge band value) よりも低ければ買い注文を出す。

- SRsiStrategy

現物価格を得る。もし、現物価格が得られなければ先物価格を利用する。その値を元に RSI を計算する。 $RSI = \text{upSum} / (\text{upSum} + \text{downSum})$ 。ここで、upSum は上昇したときの価格変動の合計、downSum は下降したときの価格変動の合計。もし、RSI が上限値 (1.0-edge band value) よりも高ければ売り注文を、RSI が下限値 (edge band value) よりも低ければ買い注文を出す。

5. 時系列の紹介

- リーマンショック

2007 年のサブプライムローン問題に端を発した米国住宅バブル崩壊を動機に、多分野の資産価格の暴落が起こった。リーマン・ブラザーズも例外ではなく多大な損失を抱えており、2008 年 9 月 15 日にリーマン・ブラザーズは連邦破産法第 11 章の適用を連邦裁判所に申請する。これにより、リーマン・ブラザーズが発行している社債や投信を保有している企業への影響、取引先への波及と連鎖などの恐れから、アメリカ経済に対する不安が広がり、世界的な金融危機へと連鎖した。日経平均株価も大暴落を起こし、9 月 12 日の終値は 12,214 円だったが、10 月 28 日には 6,000 円台の安値をつけるまで下落した。

- バブル景気

日本での1980年代後半～1990年代初頭までの不動産を中心にした過度な経済拡大期間を指す。日本の土地価格は高騰し、土地不動産、株式などの資産価格のバブル化が起こった。この事を呼称し「バブル経済」と呼ばれる。日経平均株価においては、1989年の大納会に最高値38,915円をピークに暴落に転じ、湾岸戦争と原油高や公定歩合の急激な引き上げが起こった後の1990年10月1日には一時20,000円割れと、わずか9ヶ月あまりの間に半値近い水準にまで下落した。

- 2005年

2004年4-6月期よりほぼ前期比横這いで推移していた経済成長率は、個人消費と設備投資という内需の両輪が回復したことで、2005年1-3月期より回復基調を辿った。このため、政府・日銀は8月には景気「踊り場」脱却宣言を行なった。この年の日経平均株価の上昇率は66.7%と歴代最高を記録した。

6. 結果

以下の結果が得られた。時系列ごとに紹介したい。まずは下降相場であるリーマンショック、バブル崩壊後を見ていく。次に上昇相場であるバブル崩壊前、2005年の順番になっている。調査した項目は約定率、注文価格と相場価格の差、未実現損益と決済での損益の3つである。ちなみに約定率は注文した回数分の約定した回数で求めてある。



图 6

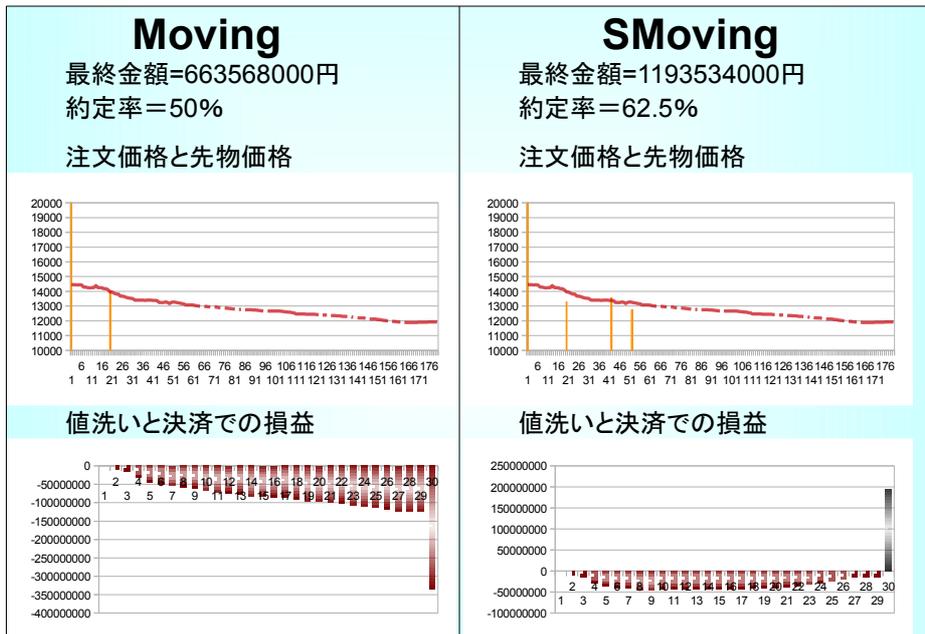


図 7

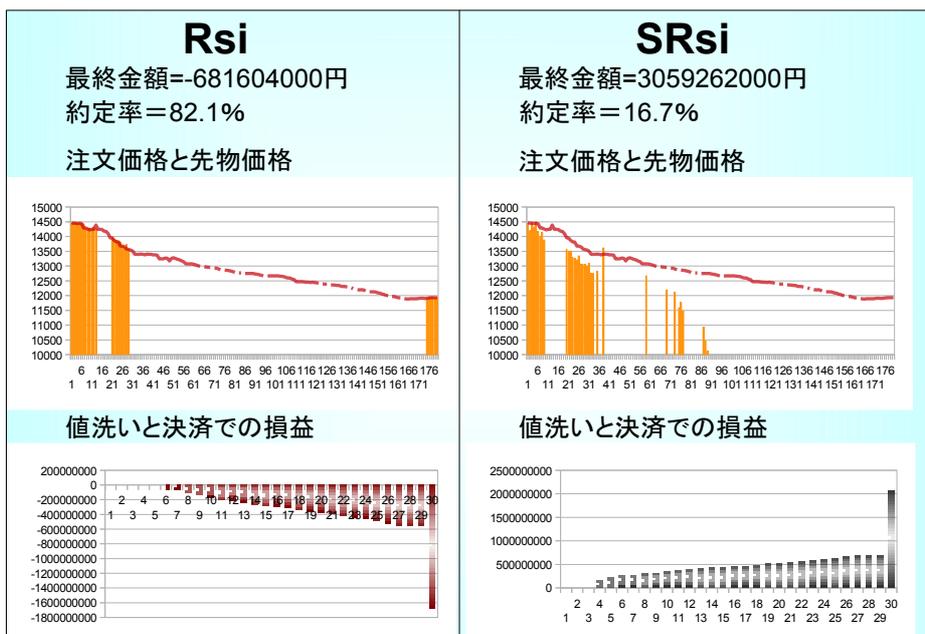


図 8



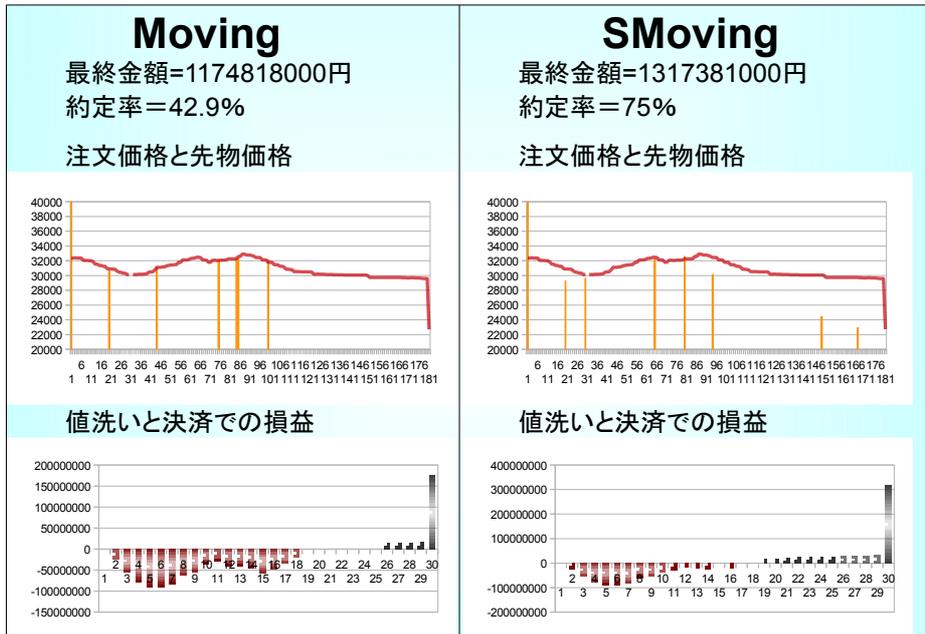


図 10

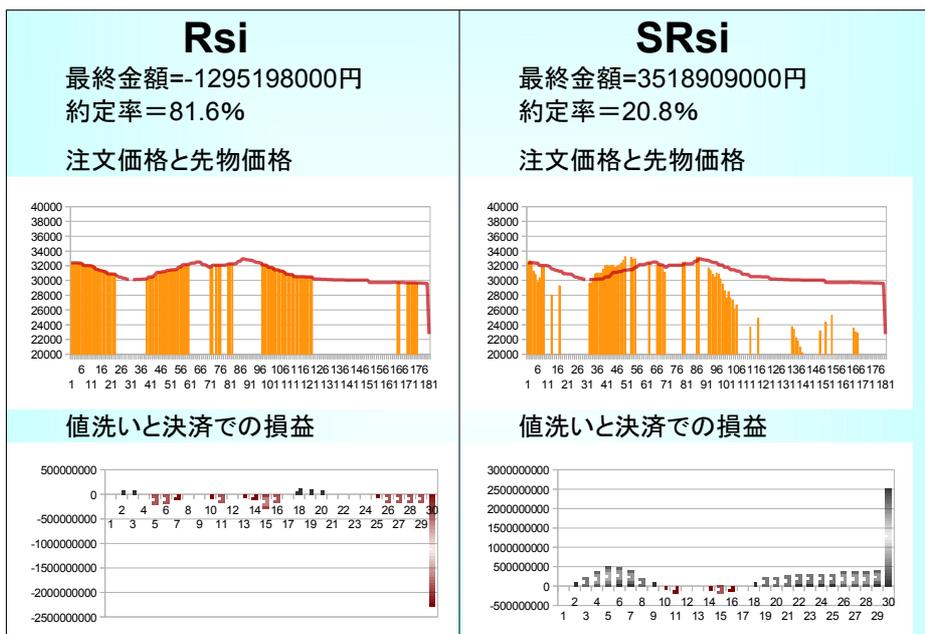


図 11

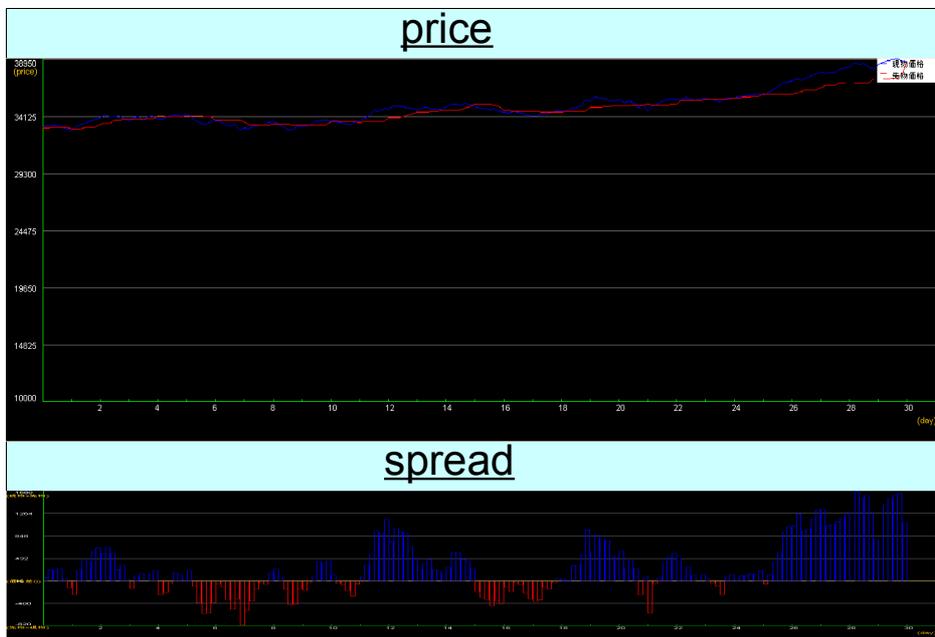


图 12

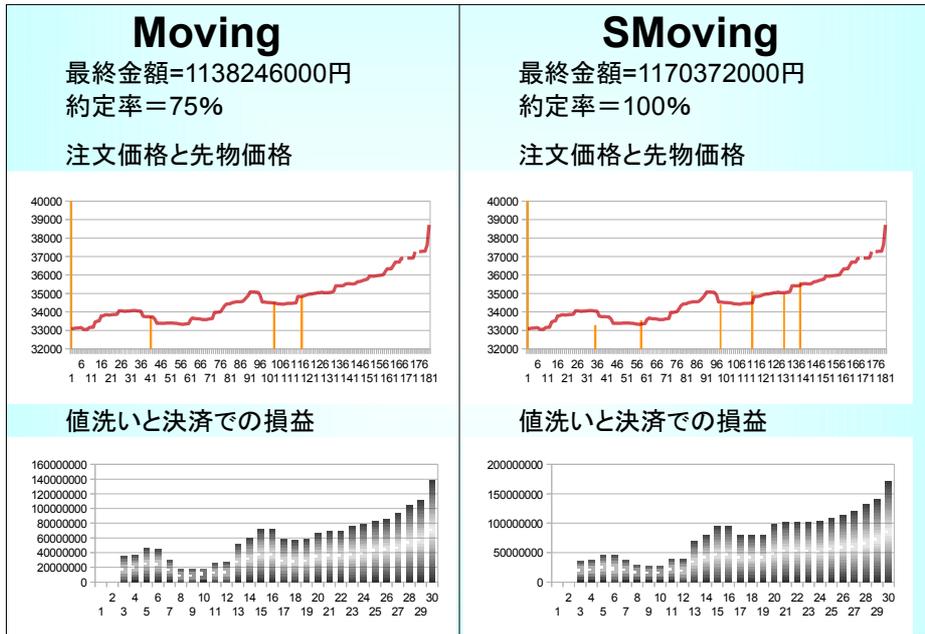


図 13

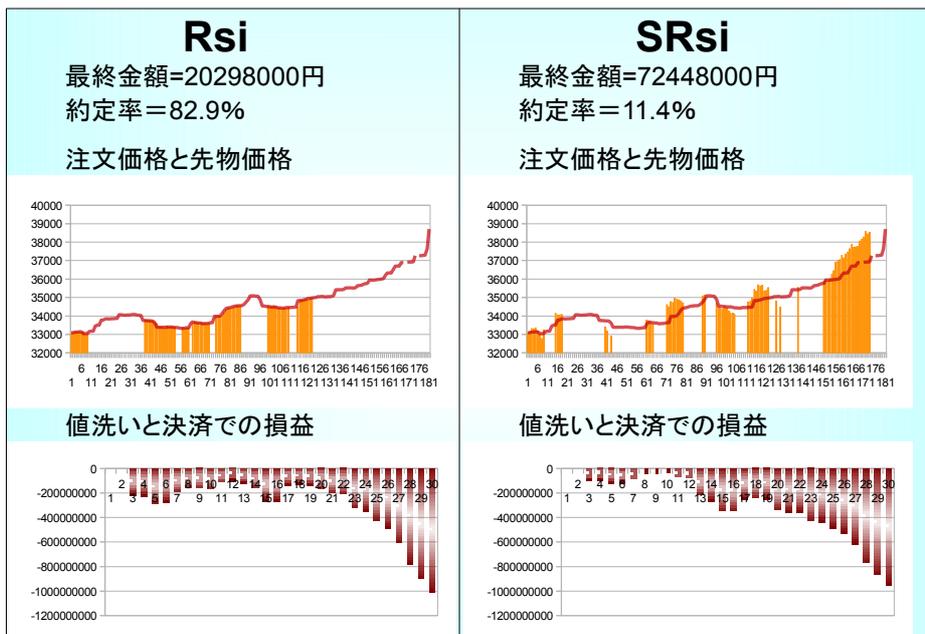


図 14



图 15

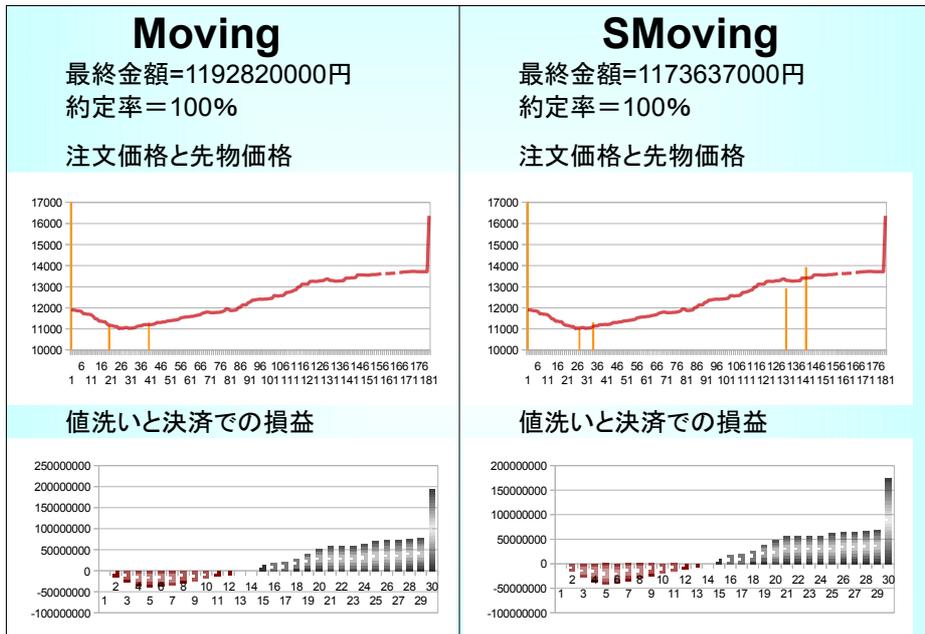


図 16

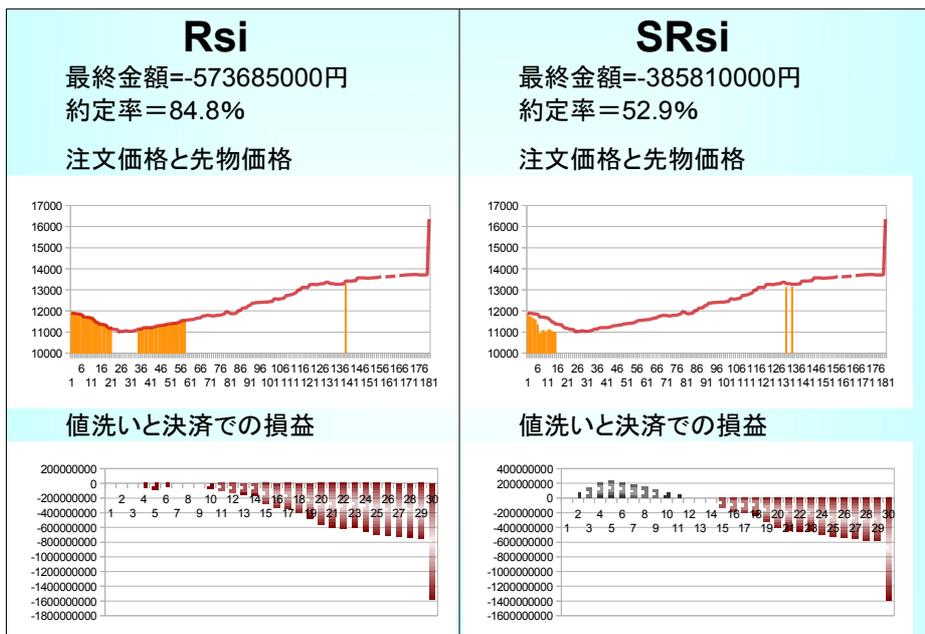


図 17

7. 考察

- リーマンショック(図 6, 7, 8)

現物価格は 13 日あたりから下落し始める。それに伴い先物価格も下降していたが、現物価格ほどの下落は見られなかった。また終始、先物価格が現物価格を上回り、逆に現物価格が上回った場合でも大幅な乖離はなかった。所々、先物取引が約定しなかった期間も見受けられる。

約定率は **SmovingAverage** が高かった。しかし、移動平均戦略の性質上、**MovingAverage** と **SmovingAverage** 共に注文価格が少ない。**MovingAverage** の約定率の低さは注文回数が極端に低かったからである。これは現物価格と比べ、先物価格の推移が平坦であったため注文のシグナルがなかったからと考えられる。また、注文価格と先物価格の差を見てみると、やはり現物価格を対象にしている **SmovingAverage** のほうが乖離が見られた。値洗いで損益は **MovingAverage** のほうが大きかった。最終的には決済で大きな差が開いた。

Rsi と **SRsi** の特筆すべき点は約定率の差である。**SRsi** は注文は多く出しているのだが、グラフを見てのとおり、注文価格と先物価格の差がありすぎるため約定しなかったのである。ゆえに 16.7% と極端に低い数値になった。損益では **SRsi** のほうが大きかった。こちらも決済で差が開いた。

- バブル後(図 9, 10, 11)

14 日までは現物価格が上昇する場面もあり先物価格との交差もあったが、それ以降は下降していき乖離していった。

約定率は **SmovingAverage** が高かった。この結果はリーマンショックの実験と同じ現象である。注文価格は **MovingAverage** のほうが先物価格に近いのがわかる。

値洗いで両マシンに差はなく、決済では共に利益が多く発生した。

バブル後の実験においても **Rsi** の約定率は高く **SRsi** の約定率が低い結果となった。**SRsi** の注文価格が後半に著しく乖離している。まさしく現物価格の変動と同じである。値洗いで損益の出し方に違いはあるものの値としては差はなかった。決済では損益が逆の結果となった。

- バブル前(図 12, 13, 14)

現物価格は穏やかに推移しており、先物価格もそれを追うように推移した。価格が大きく乖離した場面はなく、価格が類似していたといえる。

やはり、約定率は **SmovingAverage** が高い結果になった。しかし、注文回数が両マシン少ないことも同じである。現先価格に相違がないことから両マシンの行動も類似しており、値洗いと決済の結果がほぼ同じであった。

Rsi と **SRsi** の約定率はこの実験でも同じ結果が得られた。注文価格が乖離している現象も **SRsi** で見ることができた。また、現先価格の状態から **MovingAverage**、**SmovingAverage** と同じように値洗いの結果は同じであった。しかし、決済で **Rsi** と **SRsi** の差が出た。これは **Rsi** は **SRsi** と比較して多くの取引を行っていたからである。

- 2005 年(図 15, 16, 17)

今回は他の 3 つとは違い、現物価格が先物価格を上回る場面が多かった。また 23 日目から乖離していった。

約定率は 100% と高い数値で両マシンに差はなかった。しかし、**SmovingAverage** の後半の注文価格は先物価格と差が見られる。この地点は現物価格と先物価格がクロスした所であり出来高も多く、約定したと考えられる。値洗いと決済では同じ結果となった。

SRsi の約定率が他の実験と比べ、高い数値であった。しかし、**Rsi** に比べると依然として低いといえる。1 日目、2 日目は現物価格が下落したことに応じて **SRsi** の注文価格はかなり乖離している。値洗いでの損益は **Rsi** が大きい結果となった。これは単純に取引量に比例したもので価格の影響を受けたとは考えにくい。

第4章

結論

現物を対象にした戦略と先物を対象にした戦略に、順張り・逆張りの戦略性を加え、上昇相場と下降相場のケースで比較することで得られたことを述べる。順張り・逆張りの観点、上昇相場・下降相場の観点、全てに共通することは現物を対象にすると注文価格は相場価格との乖離が起り、約定率が低くなるということである。移動平均線を用いた戦略ではその特性から注文タイミングが限られており、データが少ないのだが相場価格と乖離している限り約定率は低くなると考えられる。

現物対象のマシンでは値洗いの影響により未実現損益が大きく変動する可能性があるかと予想していたが、大規模な損益の差は現物対象と先物対象では見られなかった。これには以下の理由がある。現物対象の注文は約定しづらく、その中で約定する取引は相場価格の近くになる。つまり、先物対象のマシンの取引と変わりが無いのである。この現象もすべての実験パターンに共通する。

全ての実験においてマシンの最終的な金額を決定付けたのが決済であった。決済によって大きく利益を出すもの、反対に大きく損失を出すものと両極端である。マシン・エージェントにはポジション管理や決済への対応が欠如しており、期近になってもポジションを保有し続けることが原因である。決済では現物対象や先物対象に関係なく、損益が発生するといえる。

注文価格は現物価格よりも先物価格を対象に決定すべきである。では注文シグナルの決定ではどうだろうか。現物価格を対象にした指標を使用する戦略と、先物価格を対象にした指標を使用する戦略という視点で比較する。上昇相場での実験では順張り・逆張り共に損益の規模は違うものの結果は同等であった。現物価格と先物価格の推移は連動するからである。しかし、下降相場(リーマンショック・バブル後)での逆張り戦略、つまり Rsi と SRsi で相違が見られた。Rsi が損失を出したのに対し SRsi は利益を出した。注文シグナルの決定では先物価格を対象にすべきと一概にはいえないのである。上昇相場、下降相場、順張り、逆張り問わず、注文価格では先物価格を対象にし、注文シグナルや注文タイミングの決定には状況に合わせて先物価格、現物価格を戦略の対象に選択していくことが望ましいといえる。

今回は実験にトレンド相場を使用したボックス相場での結果や、順張り・逆張り系の他のマシンでの結果を求めることに、研究が深まる可能性が残されている。また、マシン・エージェントに決済に対しての行動を加えてみるのが今後の課題だろう。

おわりに

本論文は先物取引やU-Martに対する入門的位置付けになったと自負している。U-Martに興味を抱いた人の役に立ち、発展につながれば幸いである。

当ゼミの教授として2年間ご指導していただき、私の学問の視野を広げてくださった有賀裕二教授に深く感謝の意を表して、この論文の終わりとさせていただきます。

参考文献

- [1] 塩沢由典、中島義裕、松井啓之、小山友介、谷口和久、橋本文彦：人工市場で学ぶマーケットメカニズム-U-Mart 経済学編-、共立出版(2006)
- [2] 喜多一、森直樹、小野功、佐藤浩：人工市場で学ぶマーケットメカニズム-U-Mart 工学編-、共立出版(2009)
- [3] 講神睦人：U-Mart における移動平均戦略(2006)
<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~aruka/sotsuron/sotsuron0603/index0603.html>
- [4] 阿部寛之：人工市場 U-Mart における市場取引～ヒューマンエージェント戦略とマシンエージェントの実装～(2005)
<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~aruka/sotsuron/sotsuron0503/index0503.html>
- [5] 株価データ倉庫 <http://www.geocities.co.jp/WallStreet-Stock/9256/>
- [6] 先物取引比較 <http://www.sakimonotorihiki.info/>