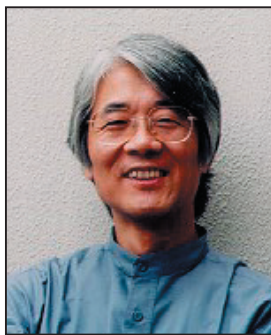


U-Mart

UnReal Market as an Artificial Research Testbed

<http://www.u-mart.org>

Project Leader



塩沢 由典（大阪市立大学）

わたしたちの研究は、最新のコンピュータ技術を経済研究に役立てようとするものです。20 世紀、経済学は大変な進歩を遂げました。その進歩は、主として数学を方法とするものでした。しかし、それは日々・刻々変化する市場を構成的に分析するには適した方法ではありません。株式市場などでは、人々の思惑も絡んで、価格が刻々と変化しています。そのような市場を研究するために提案されたのが、人工市場 U-Mart です。

これが株取引体験ソフトと異なるのは、参加者の売り買いにより、価格が変動することです。このような相互作用は、体験ソフトにはありません。U-Mart には、人間もコンピュータ・プログラム（マシン・エージェント）も、同一の条件で参加できます。人間が参加して違和感がないというのは、重要な「現実性」です。他方、コンピュータ・プログラムだけでは、環境条件をさまざまに変えた実験を高速に行うことができます。この二つの利点を備えているところが U-Mart の優れた特徴です。

U-Mart システムは、人工市場研究の最先端を行くものとして国際的に高く評価されていますが、少数の研究者に閉ざされたものではありません。システム全体が、ソース・コードを含めて公開され、無償配布されています。これは、金融市場研究のための共通テストベッドを創造・提供するというわたしたちの理念を示しています。

The Programers of U-Mart System



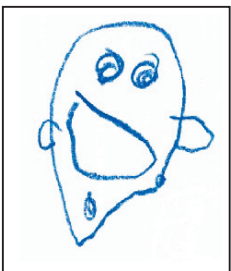
佐藤 浩（防衛大学校）

U-Mart では主に Version 1 の実装を担当しました。要求されるシステムは明らかに私の力量を超えるものでしたが、エージェントベースシミュレーションの面白さ、またそこに集まる人々の熱気に引っ張られるように、どうにか完成させたのが懐かしい思い出です（その後メンテナンスという形であちこち引っ張りまわされたことも含め）。Version1 は荒っぽいものでしたが、小野先生、森先生のお力により、最新版は非常に使いやすいものに仕上がっています。ぜひ一度使ってみてください。ご要望、バグレポートは u-mart-query@u-mart.econ.kyoto-u.ac.jp まで。



小野 功（東京工業大学）

U-Mart では、主に Version 2 のエンジン部分と GUI の一部を担当しました。Version 1 は、幸いにも多くの方々に利用していただいたのですが、インストール、運用、データ解析が面倒であるという問題を抱えていました。そこで、Version 2 は、誰でも簡単に安定して利用できるというコンセプトで開発いたしました。そのため、いろいろと苦勞も多かったのですが、それなりに使いやすいシステムに仕上がったと思っています。ぜひ、多くの方に使っていただき、市場取引の学習、研究に役立てていただければ幸いです。



森 直樹（大阪府立大学）

U-Mart 開発では GUI 部分を中心に開発しました。なにしろ、まともな GUI プログラミングは初めてだったので、インターフェースの部分は本当に苦勞しました。イベントごとに皆様から頂ける山のような改良要求のおかげで、連休が何度消し飛んだことか ... その度ごとに晴れた空を見上げながら、心の深淵から湧き上がる泣き言をコメントとしてプログラムに埋め込んだものです。

こんな私の愛（と怨念!?）がこもった U-Mart システムが皆様のお役に立てればこんな嬉しいことはありません。
(P.S. バグレポートはやさしくね!)

U-Mart プロジェクトの活動と歴史

1998 年

8 月 21 日 第 4 回創発システムシンポジウム（かずさアカデミアパーク）にて塩沢による「複雑系夜話・進化する経済と経済学」(招待講演)が行われた。その後の懇談会で人工市場研究の構想が生まれる

1999 年

3 月 27 日 進化経済学会大阪大会にて、プロポーザルセッション「進化する経済の実験室創生のためにバーチャル市場の参加型シミュレーション」を行い、V-Mart (現 U-Mart) を提案した

春~夏 U-Mart プロジェクトが組織され、研究会を開く

秋 人工先物市場 U-Mart プログラム等の仕様が決まる

2000 年

3 月 25・26 日 U-Mart の初期バージョンが完成。進化経済学会東京大会にて、デモンストレーションを行う

8 月 19 日 創発システムシンポジウムにて、最初の公開実験 PreU-Mart2000 を開催

2001 年

3 月 30・31 日 進化経済学会福岡大会にて U-Mart セッションを開催

5 月 17 日 大阪市立大学にて U-Mart 講習会を開催、U-Mart 関連ツールの利用方法などを紹介

7 月 8 日 カーネギーメロン大学 CASOS 会議にて U-Mart のデモと国際公開実験のプロポーザルを行った

8 月 25 日 SICE 夏の学校にて、国内公開実験 U-Mart2001 を開催

2002 年

1 月 7・8 日 修善寺にて合宿。研究計画を立てる

3 月 30 日 進化経済学会大阪千里山大会にて U-Mart セッションを開催、研究成果や教育成果を報告

6 月 22 日 CASOS(カーネギーメロン大学)にて、国際公開実験 UMIE2002 を開催

11 月 3・4 日 SICE (3 日) システム工学会部会 「人工市場研究の現状と展開」にて、U-Mart2002 を開催

2003 年

3 月 29 日 進化経済学会東京大会（専修大）にて U-Mart セッションを開催

6 月 24 日 NAACSOS(カーネギーメロン大学)にて国際公開実験 UMIE2003 を開催

7 月 31 日~ 8 月 4 日 京都大学にて U-Mart サマースクールを開催

8 月 27 日 ISAGA(かずさアカデミアパーク)にて、国内公開実験 U-Mart2003 を開催

2004 年

3 月 29 日 進化経済学会福井大会（福井県立大）にて、U-Mart セッションを開催

5 月 27~29 日 AESCS(京都大学)にて、国際公開実験 UMIE2004 を開催

9 月 13~17 日 はこだて未来大学にて、U-Mart サマースクールを開催

10 月 2 日 進化経済学会オースタムカンファレンス（東京工業大学）にて、U-Mart2004 を開催。インターネットを使い、大阪からもアクセスした

12 月 14~17 日 ICEES 2004(京都産業大学)にて、U-Mart に関する研究報告を行う

2005 年

1 月 17・18 日 はこだて未来大学 U-Mart 研究会にて、研究報告を行う

3 月 4 日 SICE システム工学会部会研究会（東京工業大学）

3 月 26~28 日 ISAGA(アトランタ工科大学)にて、U-Mart に関する研究報告を行う

5 月 6 日 サンクトペテルブルグ大学と大阪市立大学による合同講義を行う

7 月 9~13 日 AESCS'05(東京工業大学大岡山キャンパス)にて、U-Mart チュートリアルセッションを開催

7 月 18 ~ 25 日 ボローニャ大学(イタリア)にて開催されたサマースクール (Aspect of Complexity) に参加、U-Mart についての講義を行う

8 月 3~7 日 キャンパスプラザ京都にて U-Mart サマースクールを開催

8 月 12・13 日 高雄応用科技大学(台湾)にて開催された EFM@CI2005 に参加、U-Mart についての講義を行う

9 月 12 日 社会学情報学フェア(京都大学)にて、U-Mart&UMIE2005 を開催

U-Mart とは？

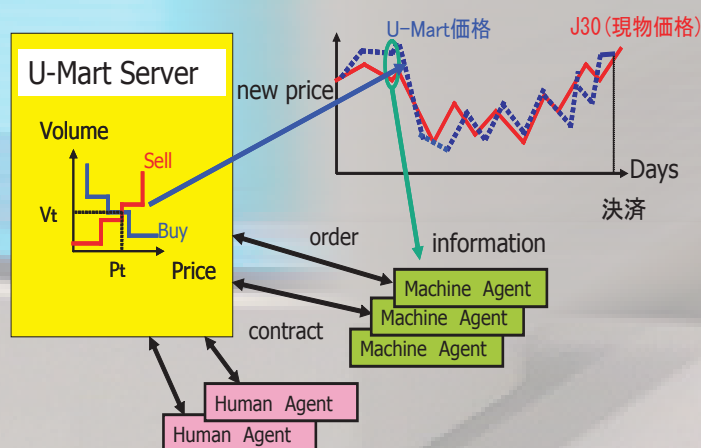
J30 を原資産とした人工先物市場

マシン・エージェントとヒューマン・エージェントが混在可能な人工市場とそのツール群

U-Mart の目的

- ・学際的な共通テストベッドの提供
- ・経済学の「ロボカップ」をめざし、国内外で公開実験を開催
- ・教育用コースウェアの提供

仮想先物市場 U-Mart



近年、人工市場という研究テーマが経済学者はもちろんのこと、工学者、数理科学者等からも注目を集めています。U-Mart プロジェクトは人工市場を媒体とした、経済学者と工学者の交流の場を提供することを目的として設立されました。

U-Mart プロジェクトではこれまでに、株価指数を取り引きする仮想先物市場シミュレータを開発し、進化経済学会等でのデモンストレーション、また関西―関東―北海道を結んだ遠隔取引実験等を行ってきました。本シミュレータは、参加者がインターネットを介し市場サーバにアクセスするシステムであり、マシンエージェントと人間のトレーダーの混在が可能であるという特色を持ちます。

市場の動きと市場における経済行動を解明するために、模擬市場を設計し、動かしてみることによって、経済学の側面からは、

- (1) 株式など売買行動に関する人間の判断様式が解明される。
- (2) 市場の乱高下など、市場の投機的な動きを回避するための実験を行うことができる。

また、工学的な側面からは

- (3) 市場に参加するマシンエージェントの製作に関連して、進化システム・適応学習・群知能など多様な分野への効果が期待できる。

と考えられています。

そして、学際的な教育・研究活動を通じて、理論、実験に続く、社会科学における新しい第3モードの研究様式を目指しています。

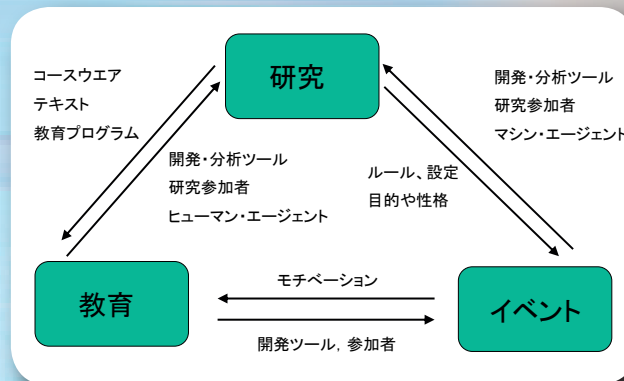
研究用に開発された人工先物市場は、プログラミング演習や市場分析などのコースウェアとして大学教育の現場でも利用されています。また、多くの実験データや投資プログラムを集める機会を提供すると同時に、多くの分野の研究者が議論する場の提供を目的に、公開実験を主催しています。

U-Mart プロジェクトの活動

U-Mart プロジェクトの活動は、研究、イベント、教育の3つに大別でき、これらは相互に深く結びついています。

研究

日本を代表する人工市場研究のプロジェクトの一つとして、多くの研究者が参加し活動しています。主な研究対象は金融市場の制度デザインです。具体的には手数料率や値幅制限などのサーキットブレーカーによる操作、マーケット・メーカーの有無や気配値の算出方法、更新速度の変更など、情報公開の程度や範囲を制限することによる操作方法を確立したいと考えています。情報の対価や情報とトレードオフの関係になっているもの、例えば流動性や安定性を評価し、情報を公開するタイミングや範囲などを操作パラメータとして利用するための基礎研究を行っています。現在は、プロジェクトリーダーが提言した「板の薄い市場」の分析と、その解決を目指したマーケット・メーカーの開発に焦点を当てています。



教育

U-Mart システムは工学、経済学における優れたコースウェアとして利用されています。工学系の教育機関では、プログラム演習の課題として U-Mart システムが利用されています。投資プログラムは、なにより実際に動く事、非常に簡単なアルゴリズムから複雑な学習アルゴリズムの実装に至るまでオープンに目標が設定できる事、受講生同士の対戦やイベント（公開実験）への参加を通じてモチベーションを高められる事などから非常に優れた演習課題になります。

イベント

イベント活動としては、マシン・エージェントやヒューマン・エージェントを公募して行う公開実験や関連する各分野の研究者を招いての討論会などがあります。近年は、国際公開実験 UMIE20xx シリーズや国内公開実験 U-Mart20xx シリーズを定期的に開催しています。また、NAACSOS、ISAGA、進化経済学会、情報処理学会など国内外のカンファレンスで、特別セッションやチュートリアルセッションを開催しています。U-Mart 研究を一同に集めて報告すると共に、パネル・ディスカッションなどを通じて関連する分野の意見交換の場を提供しています。

相互の関連

この3つの活動は深く結びついています。上記の図に、その一部を紹介しています。公開実験で集められたマシン・エージェントは、研究に利用するエージェントセットの多様性を広げる為に必要です。各種討論会や研究会など多分野の研究者が集う場を提供し、公開実験や共同研究の契機となっています。教育のために開発されたツール群は研究やイベントの為に用いられ、また、これらの教育を通じて多くのマシン・エージェントが開発され研究の為にエージェントセットの充実にも寄与しています。経済学教育によってヒューマン・エージェントとして U-Mart に参加する学生が増え、実験の機会が与えられると同時に、グラフィカル・ユーザー・インターフェイスの改良案が提出されるなど、イベントの際に利用するツールの開発にも寄与しています。公開実験が度重なるにつれて、ログの解析はもちろん人工市場によって解くべき問題が発見されました。また研究が進むに従って公開実験の目的がより明確になると共に、ルールや制度も変更されています。

U-Mart システム Version2.0 の全体像

U-Mart システムは、LAN やインターネットを通じてヒューマン・エージェントとマシン・エージェントが同時に接続し、取引する為のツールや、手元の PC で取引の練習やマシン・エージェントの開発を行う為のツール群を含んでいます。メインツールは、現在5つあります。全てのツールはほとんど同じルック&フィールを持ち、それぞれのツール間で部品やマシン・エージェントなどを共有できるようになっています。

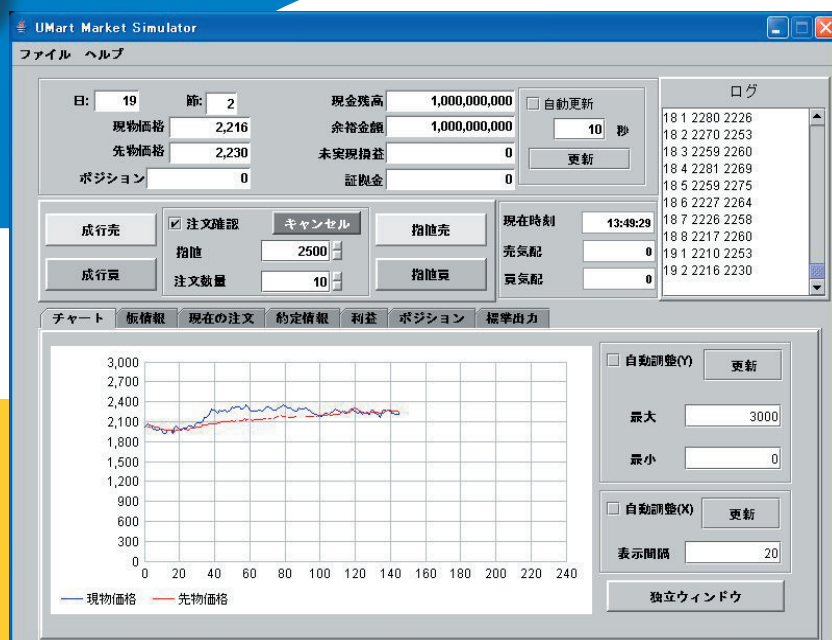


ヒューマン・エージェント・トレーディング・ターミナル

ヒューマン・エージェントが取引に参加する為のツール。注文を送信する他、サーバーが提供する様々な情報を表示します。

ネットワーク用ツール

U-Mart システムは、LAN やインターネットを通じてヒューマン・エージェントとマシン・エージェントが同時に接続し取引する人工先物市場です。この市場を実現するために3つのツールがあります。



マーケット・シミュレータ

U-Mart 取引の概要を把握する為、そしてヒューマン・エージェントとして参加する時の練習用ツールです。ルック&フィールはネットワーク用のヒューマン・エージェント・トレーディング・ターミナルと一緒です。事前に組み込んだマシン・エージェントを相手に対戦する事ができます。

スタンド・アローン用ツール

手元の PC で先物取引を練習したり、マシン・エージェントを開発する為のツールです。



マーケット・サーバー

U-Mart システムの中核部分です。注文を集計して取引を実現させるマーケットの役割と、エージェントの資産管理の役割を果たします。市場の状況や個々のエージェントの資産内容や注文動向など様々なデータをネットワーク経由で発信します。また、これらのデータを表示する機能もついています。



マシン・エージェント・アダプタ

戦略部分のみを実装したマシン・エージェントの通信部分を担当します。これを利用すると、クライアント PC 上で動くマシン・エージェントが取引に参加できます。

U-Mart: Market Server

ファイル ヘルプ

日: 17 現物価格 2,207 自動更新 10 秒 更新

節: 1 先物価格 2,221

Info チャート 板情報 約定情報 利益 ポジション 取引所情報 標準出力

MemberID	Sell	Buy	TotalSell	TotalBuy	Cash	UnrealizedProfit	Margin
M AntiTrendStrategy1	0	0	876	659	889,463,000	-45,437,000	65,100,000
M AntiTrendStrategy2	0	0	1,187	935	922,504,000	-1,896,000	75,600,000
M DayTradeStrategy1	0	0	522	245	886,398,000	-30,502,000	83,100,000
M DayTradeStrategy2	0	0	550	230	867,249,000	-36,751,000	96,000,000
M MovingAverageStrategy	0	0	83	35	978,811,000	-6,789,000	14,400,000
M RandomStrategy	0	0	971	754	876,800,000	-58,100,000	65,100,000
M RsiStrategy	0	0	536	384	898,533,000	-54,867,000	45,600,000
M SFSpreadStrategy1	0	0	266	605	958,419,000	60,119,000	101,700,000
M SFSpreadStrategy2	0	0	216	539	942,272,000	39,172,000	96,900,000
M SMovingAverageStrategy1	0	0	80	75	995,745,000	-2,755,000	1,500,000
M SMovingAverageStrategy2	0	0	67	47	1,000,680,000	6,680,000	6,000,000
M SMovingAverageStrategy3	0	0	95	111	998,441,000	3,241,000	4,800,000
M SRandomStrategy0000	0	0	718	962	961,440,000	34,640,000	73,200,000
M SRandomStrategy0001	0	0	573	856	946,928,000	31,828,000	84,900,000
M SRandomStrategy0002	0	0	469	779	948,317,000	41,317,000	93,000,000
M SRsiStrategy1	0	0	142	87	958,104,000	-25,396,000	16,500,000
M SRsiStrategy2	0	0	86	80	989,369,000	-8,831,000	1,800,000
M SRsiStrategy3	0	0	22	40	989,506,000	-5,094,000	5,400,000
M TrendStrategy	0	0	1,216	1,252	1,048,021,000	59,421,000	10,800,000
H h1	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h2	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h3	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h4	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h5	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h6	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h7	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h8	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h9	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0
H h10	0	0	0	0	1,000,000,000	0	0



マシン・エージェント・ビューワー

自作のエージェント等を、手元の PC 上でプログラムに組み込んだ他のマシン・エージェントと対戦させます。自作エージェントの資産状況や出した注文などを、ステップワイズに追いかけて、思い通りに行動しているかをチェックしたり、予想していなかった状況を発見するためのツールです。

U-Mart の研究成果

1. 実験室で起きた事が現実でも起きた

U-Mart プロジェクトの黎明期。2001 年 8 月に開催された公開実験 U-Mart2001 で、初めてヒューマン・エージェントによる本格的な実験をした時の事。何の前触れもなく突然株価が暴落しました。それまで真剣なトレードのため静まりかえっていた会場に衝撃が走りました。「なんだ？なんだ？」、「買いを入れろ、買いを！」という悲鳴や怒号が飛び交い、あちらこちらから「破産した」という声があがりました。後で原因を探してみると、注文数量と注文価格を間違えて入力した人がいたからでした。私たちは、システムが未熟で入力操作が紛らわしかったため起きた、特殊な現象だと思っていました。現金が動いていた訳ではありませんし、単なる笑い話として受け止めていました。

しかしその実験から 3 ヶ月程過ぎた 2001 年 11 月 30 日、大きなニュースが飛び込みました。その日東証 1 部に新規上場した電通株に対し、UBS ウォーバーク証券が「61 万円で 16 株売却」するところ、「16 円で 61 万株の売却」という注文を出したと言うのです。当初 60 万円前後の値段がつくと予想されていましたが、この注文のおかげで 42 万円の値段がついた後 40 万 5000 円まで暴落。そしてその日の終わりには 47 万円まで上昇するという乱高下を演じました。実験中におきた「笑い話」が冗談ではなく現実にも起きてしまったのです。この事件で UBS ウォーバーク証券は 100 億円もの損失を出したとも言われています。

その後も、私たちはこのような事が起きないように事前に十分注意を促すようにしました。また、GUI にも、デフォルト値を予め入力しておく、確認画面を追加する、配色やウィンドウの配置を工夫する、など入力ミスが起きないように色々と手を加えました。しかし、実験をする度に同じような間違いが発生しています。このパンフレットの後半に公開実験の結果が掲載されていますが、ヒューマン・エージェントも参加する U-Mart200x シリーズでは、ほぼ毎回の様に同様の乱高下が発生しているのがわかります。現実の世界でも、同じような事件が相次いでいます。2006 年 1 月 8 日に上場したジェイコムでは、「1 円で 61 万株」という発行済み株式枚数の 40 倍もの数量の売り注文が出され、受け渡しができない自体が生じました。この時は発注したみずほ証券はもちろん、親会社のみずほコーポレーションの経営まで危ぶまれるとの噂が流れ、東証 1 部も含めほぼ全面安になってしまいました。

2. ヤッコー研究

U-Mart は、マルチ・エージェント・シミュレーション（マシン・エージェントによるコンピュータシミュレーション）と、ゲーミング・シミュレーション（ヒューマン・エージェントによるゲーミング）とを同じ環境で行うための実験ツールです。両方に出てくるシミュレーションという言葉日本語に直すと「模擬実験」になります。シミュレーションとは「本物ではない（仮想的な）世界で、エージェントにそれらしい行動をさせて様子を見る」という実験の事です。シミュレーション研究をしていると、しばしば「ヤッコー」という批判を受けます。「それって、やってみたらコーなった」というだけではないか？というわけです。コンピュータや実験室の中につくった仮想的な世界の中で起きた事が現実の世界とどう関係しているのか？実は無関係ではないか？と問われると、厳密に言えば反論の余地はありません。ただし、このような誤発注の問題を考えてみても、とにかく「やってみて、コーなった」という経験を積み上げ、その経験に基づいた対策を考えていくというプロセスは極めて重要です。「まさか現実にはこんな事が起きるはずが無い」という事でも実験室でやって、実験室で起きてみなければ想像すらできないことはいくらでもあるのです。


```
132 //↓ f(ShortReferenceTerm, 1);  
133  
134 if (previousShortTermMA < 0.0) {↓  
135     order.buysell = Order.NONE;↓  
136     return order;↓  
137 }↓
```

3. 市場の研究と市場を使った研究

U-Mart システムを作り実際に研究をやってみてはじめてわかった事も沢山あります。まず、なにより先に直面したのは「市場とは何か？」という問題です。この問題は、文字にすると深遠で哲学的な香りもしてくるかもしれませんが、我々が体験したのは、もっとずっと素朴で直感的な事でした。まず、まったく価格が安定しないのです。誤発注もそうですが、ちょっとした注文のゆらぎで価格が上下に激しくゆれます。私たちが過ごしている世の中では、たこ焼きは1舟8つ入って200円ですし、豆腐は88円です。もちろん、こだわりがある人が買う128円の豆腐があったり、たまには2個買うと1個58円の日もありますが、いずれにせよ1個88円を基準に高かったり安かったりするのが値段というものです。しかし、先物市場での値のつき方は、5円になったかと思うと次に8000円になるといったぐあいであまり安定しないものでした。まるで氷の上をノーマルタイヤで走るような落ち着かなさがあるのです。

また、研究を進めていくと「泥沼」としか言いようのない体験をしたこともありました。投資アルゴリズムが異なると、価格系列にどのような影響があるのか調べていた時の事です。影響を測定するには、最初にどこかに基準点をおく必要があります。「ある条件の時にある状態になる」という事を確認し、そこを基準点にします。そして条件を変えたときに、基準点からどれくらいずれるのかを測定することによって影響を計ります。基準点は、理想的には「点」であるのが良いのですが、なかなかそうはいきません。同じ条件で色々と試してみて、「この範囲」にあれば基準点にあると言っていい領域を見つけます。実際に実験を開始して基準点を探してみると、「その範囲」がとても広く、いくら実験を重ねても条件の影響は計りようがありませんでした。文字通り、取り付く島が無かったのです。

U-Mart を利用した研究によって気が付いた、もう一つの点は学際的研究の難しさです。我々は、工学系や経済・経営系の研究者を中心としたチームです。本来なら共通の問題意識を持ち、異なるアプローチを使って、一緒に研究を進めるのが理想です。しかし、最初の「問題意識の共有」がなかなか難しいのです。結局、一方の問題意識に基づいた研究をもう一方が手伝うという形になりがちです。U-Mart 研究の場合は、対象が市場でツールがプログラムという事で、専ら経済・経営学系の研究を工学系の研究者が手伝うという一方的な関係になってしまっていました。

工学系と経済・経営学系の研究者の研究テーマをみると、前者が市場を使った研究に興味があるのに対し、後者が市場に関する研究に興味があるという傾向があるようです。マシン・エージェントを公募して行う公開実験 UMIE200x シリーズには、意思決定支援システムを開発している研究室から、新しいシステムの性能評価を目的に応募されたエージェントもあります。また、U-Mart を利用して学習によって最適な投資方法を見つけ出す研究をしたところ、エージェントは学習の結果「何もしなくなった」という例もありました。図らずも、「先物だけには手を出すな」というお爺さんの遺言が正しい事を証明してしまったわけです。現在の U-Mart プロジェクトとしての研究目標にもなっている「薄い板の市場」は、経済学分野の研究です。薄い市場とは、そもそもどういう性質を持つ市場なのか？薄い市場に注文を呼び込むにはどうしたら良いのか？と言った問題はなかなかの難問です。現実の市場には、薄い板の市場を厚くする役割を果たすマーケット・メーカーという専門者がいます。このような専門者は、どのような規則に従って注文を出せば良いのか？もっと具体的にマーケット・メーカーになるようなマシン・エージェントをどのように設計すれば良いのか？という問題になると、むしろ工学系の研究者の方が得意とする問題になります。U-Mart は、この分野の先駆的研究プロジェクトですが社会シミュレーション研究が進むにつれて、この分野における学際的研究のノウハウが蓄積されていくと思われます。工学系と経済学系の研究実施例を2つずつ紹介します。

文責：中島 義裕

```
207 if (order.price > 0) {↓  
208     break;↓  
209 }↓  
210 } // Add normal random number around prevPri  
211 // with the standard deviation a quarter of
```

経済社会システムの 近似モデル構築の試み

小野 功 (東京工業大学)

市場の株価のような経済社会システム (Economic and Social System; ESS) のマクロ指標の近似モデルの構築手法として、統計に基づく手法、ニューラルネットワークに基づく手法、遺伝的プログラミングに基づく手法などさまざまな手法が提案されています。しかし、これらの手法で構築された近似モデルにより分析できるのは株価の時間推移といったマクロレベルのみであり、ミクロレベルすなわちマクロ指標の要因となるシステムに属している各エージェントの行動レベルでの分析を行うことは困難です。一方で、ESS 分析のための一接近法としてエージェントベースシミュレーション (Agent-Based Simulations; ABS) があり、マクロ、ミクロの両レベルからシステム分析を行うことが出来るという特徴をもつことから注目を集めています。ABS は有望な手法ですが、モデル構築のためにはエージェントの種類と組合せをボトムアップ的に決める必要があるため、分析対象であるシステムと同じ挙動を示すモデルを得るためには膨大な試行錯誤が伴うという問題が生じると考えられます。

本研究では、ABS に基づく近似モデルを進化的に構築する方法を提案しています。提案手法では、いくつかの典型的な戦略をもつエージェントを事前に設計しておき、近似対象の ESS で観測されたマクロ指標と同様の現象を引き起こすエージェントの組合せを遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) により探索します。GA は、生物の進化を模倣した最適化の枠組みであり、図 1 に示すように、ランダムに生成された複数の解候補 (個体) を初期集団として、交叉させる個体ペアを選択するフェーズ (複製選択)、交叉により新たな解候補を生成するフェーズ (子の生成)、評価値の悪い個体を淘汰するフェーズ (生存選択) を繰り返しながら、集団を進化させる方法です。

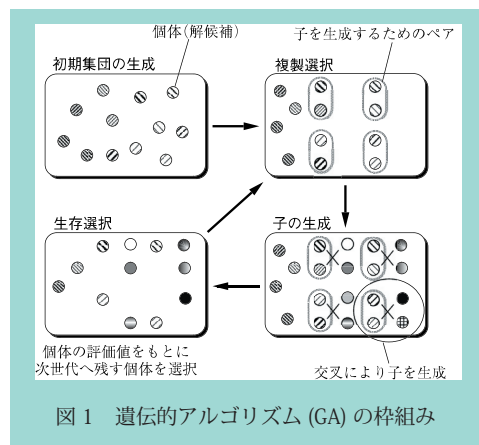


図1 遺伝的アルゴリズム (GA) の枠組み

提案手法では、図2に示すように、個体としてエージェントの集合、交叉としてエージェントの部分集合を交換する操作、複製選択と複製選択の方法を規定する世代交代モデルとして MGG とよばれるモデルを採用しています。

提案手法の有効性を検証するため、U-Mart システムを用いた実験を行いました。本実験では、簡単のため近似対象側にも U-Mart システムを用いました。エージェントとしては、典型的な取引戦略として知られる4つの戦略 (現物 / 先物価格を参照する移動平均 / RSI 戦略) を用意しました。図3は、近似対象における各戦略を持つエージェントと提案手法を5試行の結果として得られたエージェント集合を用いてシミュレーションを行ったときの各戦略をもつエージェントの取引量の割合、および利益を表しています。これより、提案手法が、各戦略の取引量の割合および利益といった近似対象のミクロレベルにおいても精度の良い近似モデルの構築に成功していることがわかります。今後は、戦略の数や複雑さを増やした場合にどうなるかなどの検証や、現実の価格系列データを用いた実験などを行っていく必要があると考えられます。

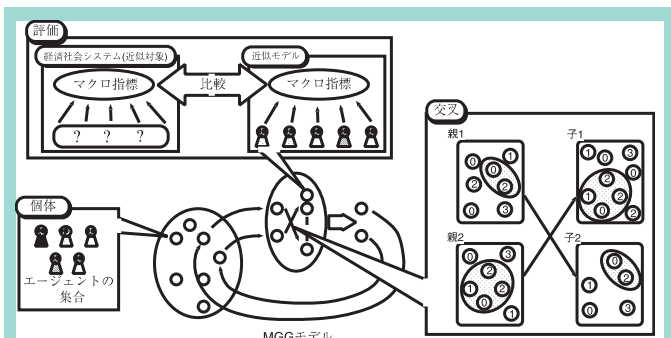


図2 提案手法の枠組み

取引量の比較(売:買)				
	移動(U)	移動(現)	RSI(U)	RSI(現)
近似対象	0.18:0.18	0.12:0.12	0.17:0.12	0.04:0.07
近似モデル	0.18:0.18	0.11:0.11	0.18:0.12	0.05:0.07
利益の比較(単位:10000)				
近似対象	-297	-148	-110	122
近似モデル	-286	-110	-131	120

図3 人工市場 U-Mart を用いた
近似モデル構築実験の結果
(表中の移動 (U)、移動 (現)、RSI (U)、RSI (現) は取引戦略を表す。近似モデルは5試行の平均値を示している。)

多目的遺伝的アルゴリズムを用いた 人工市場研究のための 取引エージェントの構成

福本 力也、喜多 一 (京都大学)

人工市場の研究では市場を形成できるだけの多様な取引戦略を持つエージェントが必要です。この研究では U-Mart への多様な取引戦略の提供を目的に、多様さの要因をリターンとリスクへの選好の多目的性に注目し、多目的遺伝的アルゴリズムを用いてエージェントを構成する手法を提案しています。

多目的最適化問題とは複数の目的関数の最適化を考えるものですが、すべての目的関数において解 x が 解 y よりも優れているときに x は y を「優越する」と言います。一般に目的関数（例えばリスクとリターン）の間にはトレードオフがあり、多目的最適解の合理理解としては「パレート最適解：いかなる解にも優越されない解」の集合（パレート最適集合）を考えます。この研究では U-Mart のシミュレーションにより戦略をリスクとリターンの両面から評価しながら多目的遺伝的アルゴリズムという進化的手法によってパレート最適集合上のさまざまな戦略を求めています。

進化の対象とするエージェントとしては売買判断の基準から次の 2 つのモデルを考えました：

- ・モデル 1：過去の時系列価格から将来価格を予測し売買を決定するテクニカル分析型
- ・モデル 2：現物と先物の価格差（スプレッド）に注目して売買を決定する疑似裁定取引型

エージェントは U-Mart のシミュレーションを用いて以下のように評価します：

- ・進化の対象となる個々のエージェントの評価は図 1 に示すようにこのエージェントと予め設定された固定な戦略を持つエージェント群からなるシミュレーションを 30 回繰り返して行います。
- ・各エージェントの評価に用いる 30 回のシミュレーションでは利用する現物価格の系列、エージェントの初期ポジションを変化させています。
- ・「リターン」の評価は各試行での運用終了後の損益率 $(= (\text{最終資産} - \text{初期資産}) / \text{初期資産})$ の平均とし、「リスク」の評価には損益率の分散を用いました。
- ・他のエージェントとしては東京工業大学での授業として行われた実験で、大学院生が作成した経験的な戦略を用いました。

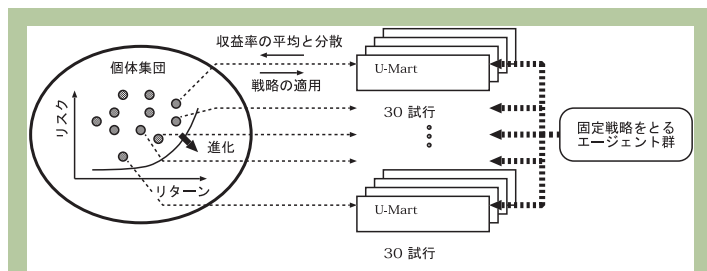


図 1：多目的遺伝的アルゴリズムにおける個体の評価方法

図 2 にテクニカル分析型のエージェントを、図 3 に疑似裁定取引型エージェントを進化的に求めた結果を示します。いずれもリスクとリターンのフロンティアにあるエージェントが得られていることが分かります。

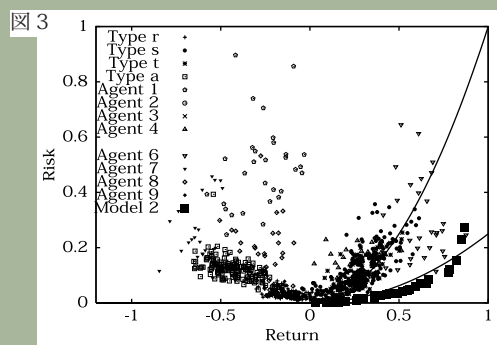
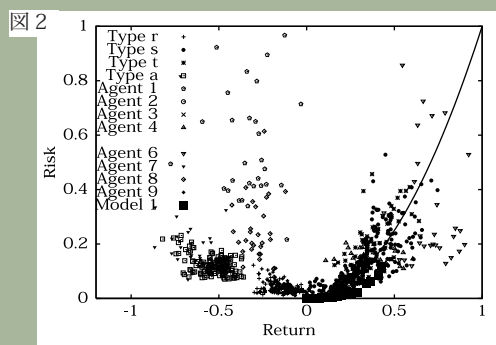


図 2：進化で得られたテクニカル分析型エージェントの評価値

図 3：進化で得られた疑似裁定取引型エージェントの評価値

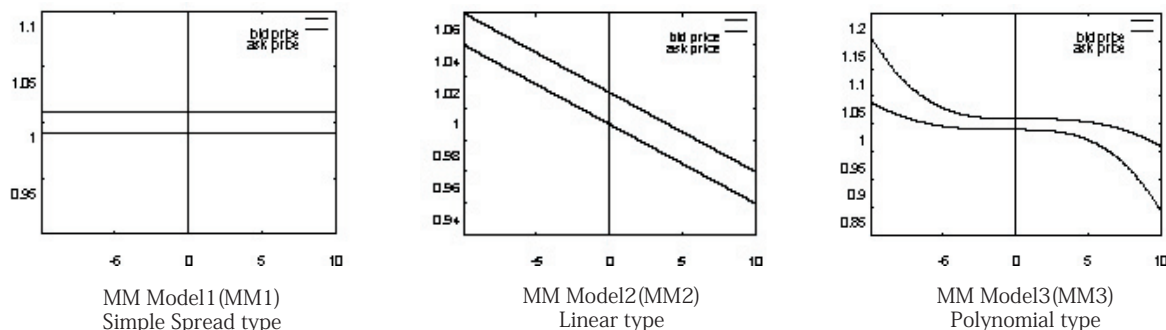
1、研究目的

この研究の目的は、ほとんど注文が出されていない「薄い市場」を活性化させるために必要なマーケットメーカー・プログラムを開発する事です。制度的に整備されていないながら実際にはほとんど取引が行われていない市場が存在します。このような市場は(板の)薄い市場、もしくは流動性の低い市場と言います。板の薄い市場に注文を出すのは非常に危険です。なぜなら、その注文は長い間放っておかれるかもしれないからです。取引を待っている間に、注文を出した時点ではまったく考慮していなかった突発的な出来事が起きるかもしれません。板の薄い市場には、たとえその市場が魅力的であっても、板が薄いというまさにその理由で注文が集まらなくなってしまうのです。

2、マーケットメーカー

世の中には多くのマーケットメーカー専門者がいます。小口のマーケットメイキングは、あまり収益が上がりませんので、半ば自動的に注文を出す投資プログラムが利用されていると推測できます。しかし、その実態はまったく公表されていません。そこで、マーケットメーカーの研究を行うために、新しくマーケットメーカーのモデルを作りました。(これまでも膨大にマーケットメークの研究がなされています。しかし、それらは板の薄い市場で、マーケットメーカーが実際にどのような行動をとれば良いかを教えてくれません。)

マーケットメーカーが損を被るのは、市場が一方向的な注文であふれたときです。市場が暴落し、マーケットメーカーが多くの買いポジションを持ってしまったとしましょう。この時、「これ以上買いポジションを増やしたくない」でしょうし、「早く在庫を売り捌きたい」と考えるでしょう。そのためには、買値(ビットプライス)と売値を下げれば良いのです。最もシンプルなマーケットメーカーの売値と買値は在庫に関する負の関数であれば良いと考えました。この関数の違いによって3つのモデルを作りました。



3、マーケットメーカーの有用性と実現可能性

マーケットメーカーの効果を計る流動性の指標として約定率を測定しましょう。また、マーケットメーカーは、一定の利益をあげる必要があります。低い頻度でランダムに注文を出すエージェント 10 体からなる小さな市場で、マーケットメーカーの3つのモデルについて有用性と実現可能性を調べました。その結果、どのような種類であれマーケットメーカーを参加させる事で、約定率が3倍程度に上昇しました。また、3種類のマーケットメーカー共に、ある程度安定的に収益を上げることができました。

	約定率		MM寄与率		利益	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
MM1	28.5%	1.1%	80.2%	2.5%	¥3,822,800	¥1,411,405
MM2	28.9%	1.8%	80.6%	2.4%	¥3,231,100	¥645,783
MM3	27.8%	1.5%	79.1%	1.7%	¥4,195,900	¥1,085,071

図1：市場の価格変動とマーケットメーカーのポジション
(横軸：時間、縦軸：価格 / ポジション)

図2：マーケットメーカーの利益
(横軸：時間、縦軸：収益)

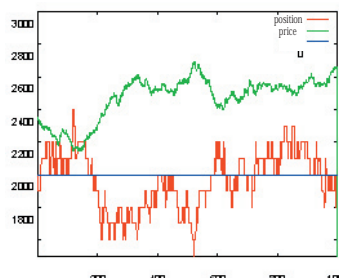


図1

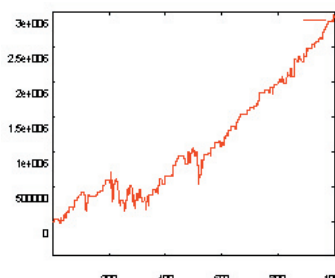


図2

U-Mart システムは、研究に加えて金融先物市場の理解に役立つ教育ツールとしても開発され、実験参加者は実践的取引の体験を通して市場の理解を深めることができる。

ここでは 2004 年に行われた近畿大学経済学部での実験を実施例として取り上げる。

実験の目的と条件

・目的

1. 板情報の開示は市場参加者の取引行動にどのような影響を及ぼすか。
2. U-Mart 実験を通してヒューマンの取引行動はどのように変わるか。

・条件

1. 1 日 3 回の板よせで 1 回の板よせ時間を 20 秒間とする。
2. 30 日間の先物市場、即ち、90 回分の板合わせが実施する。

実験結果

板情報の開示と約定率

5% の有意水準で仮説検定を行った。板情報の有無を要因として約定率に関する 1 元配置の分散分析を行った。

「帰無仮説；各組の実験データは同じ母集団に属する。即ち、板の開示は約定率に影響を与えない」に対して 5% の有意水準で検定を行った。その結果は下表に示したように有意差が現れた。

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	F 境界値 (5% 有意水準)
板情報の有無	0.134	1	0.134	7.177	4.149
誤差	0.597	32	0.019		
合計	0.730	33			

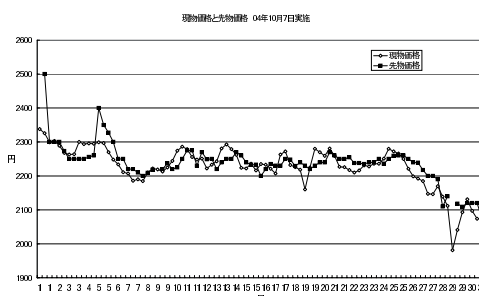
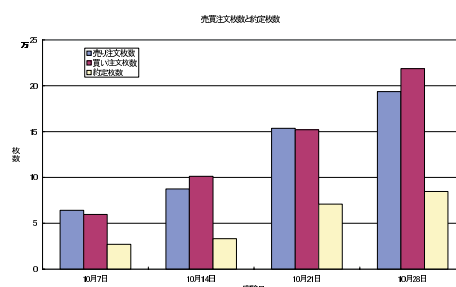


図 1 価格変化例 (第 1 回目実験)

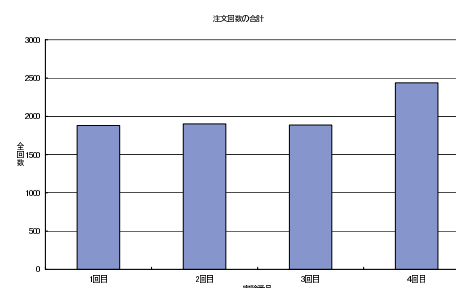
注文枚数と注文回数の変化

実験を重ねるにつれて注文枚数と注文回数は増加し、第 4 回目の注文枚数は第 1 回目の約 3.1 倍にまで増加した。注文回数は大きな変化はなく、1 人あたりの平均発注回数は 1 回の板よせで 1.2 ~ 1.6 回程度である。これらから、ヒューマンの注文に関しては注文頻度は取引条件にあまり依存しない。



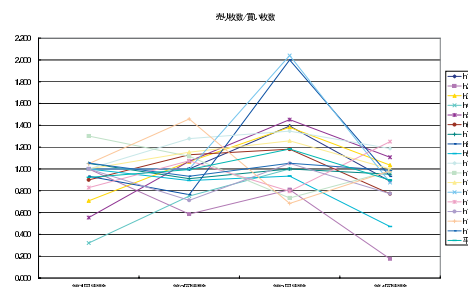
ポジションの変化

ポジションの管理は学習のための予備実験によって、ほとんどのエージェントが出来る様になった。



実現損益の変化

実現損益は、板情報の開示非開示の影響を受けていない。ヒューマン・エージェントの個性が現れる。



その他

実験内容の詳細については、共立出版から出版に予定の「人工市場で学ぶマーケット・メカニズム (U-Mart 経済学編)」に記載。

U-Mart の教育への展開

U-Mart の工学教育での利用

実施例

- 東京工業大学・総合理工学研究科知能システム科学専攻
- 東京大学工学部・システム創成学科知能社会システムコース
- 徳島大学・工学部知能情報工学科
- 京都大学
- はこだて未来大学

エージェント・ベースド・シミュレーションの演習、ソフトウェアエージェントのプログラミングが中心
多様なスキルレベルの学生が同時利用可能

- ・ ニュートラルネットやジェネティック・アルゴリズムなどの知能化手法の応用
- ・ 自分の考えた戦略を計算機コードに表せるか
- ・ 価格予測などの知能化手法の応用
- ・ オープンエンドの課題を提供
- ・ 社会・経済分野へのチュートリアル

U-Mart の経済学教育での利用

実施例

- 京都大学・経済学部・経済学研究科
- 大阪市立大学・経済学部
- 大阪産業大学・経済学部
- 筑波大学・大学院経営システム科学専攻
- 中央大学・商学部
- 近畿大学
- 千葉工業大学

- ・ ヒューマンエージェントによる市場シミュレーションが中心
- ・ エージェントシミュレーション、ゲーミングなどの方法論の紹介
- ・ 指数先物市場についての理解
- ・ 個々の取引とそれにより成立する市場への実感

U-Mart サマースクール

- 平成 14 年 7 月 26 日～7 月 30 日 (5 日間)
講師 7 名、受講者 20 名 (10 大学・1 研究所)
場所：東京工業大学 すずかけ台キャンパス
- 平成 15 年 7 月 31 日～8 月 4 日 (5 日間)
講師 6 名、TA4 名、受講者 13 名 (7 大学・1 企業)
場所：京都大学 学術情報メディアセンター
- 平成 16 年 9 月 13 日～17 日 (5 日間)
講師 6 名、TA4 名、受講者 17 名 (8 大学)
場所：はこだて未来大学
- 平成 17 年 8 月 3 日～7 日 (5 日間)
場所：キャンパスプラザ京都

- ・ 大規模システムの設計
- ・ 信頼性の高いソフトウェア開発の技法の解説
- ・ モデル化手法、ネットワークプログラミングや並行プログラミングなどの解説
- ・ 具体的な課題を用いた演習を中心にエージェント・ベース・モデリングのためのシステムプログラミングの学習
- ・ スレッド、ネットワークプログラミング

海外での活動

実施例

- サンクトペテルブルグ大学 (ロシア)
(⇔ 大阪市立大学)
- ボローニャ大学 (イタリア)
- 高雄応用科技大学 (台湾)

- ・ TV 会議システムを使用した 2 拠点開催
- ・ イベントに参加、ヒューマン・エージェントのトレーディング、マシン・エージェントの開発についての講義

東京工業大学・東京大学での実施例

東京工業大学の場合

- ・修士1年生での実験科目
- ・2日間程度の集中実施
- ・説明に半日
- ・1週間ほどのエージェント作成期間
- ・半日程度のトーナメント

東京大学の場合

- ・学部3年生での演習科目
- ・週2コマ 6週間

講義内容（東京大学）

- ①指数先物/U-Mart/ エージェント作成キットの解説
- ②手動取引による U-Mart の体験
- ③エージェント作成（自習、宿題）
- ④戦略についてのプレゼンテーション/トーナメント
(第1回)
- ⑤エージェント改良
- ⑥戦略についてのプレゼンテーション/トーナメント
(第2回)

⑦レポート作成

⑧エージェント作成キット

- ・東工大で授業用に開発、東大の演習でも利用
- ・戦略の形式的表現

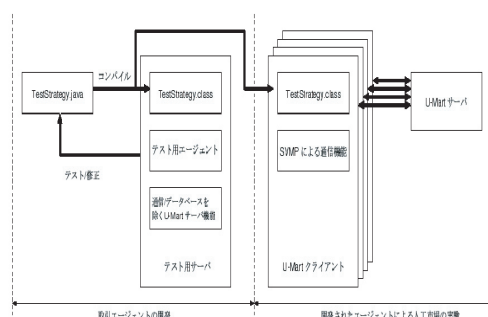
入力：現物、先物の価格系列、ポジション、保有現金
出力：売買、注文数量、指値

- ・戦略を Java の一つのクラス/メソッドとして表す
これをコーディングすればよい

・キット構成

開発用パッケージ：ビルトインされたエージェントとの取引
学生の手元でスタンドアロン動作

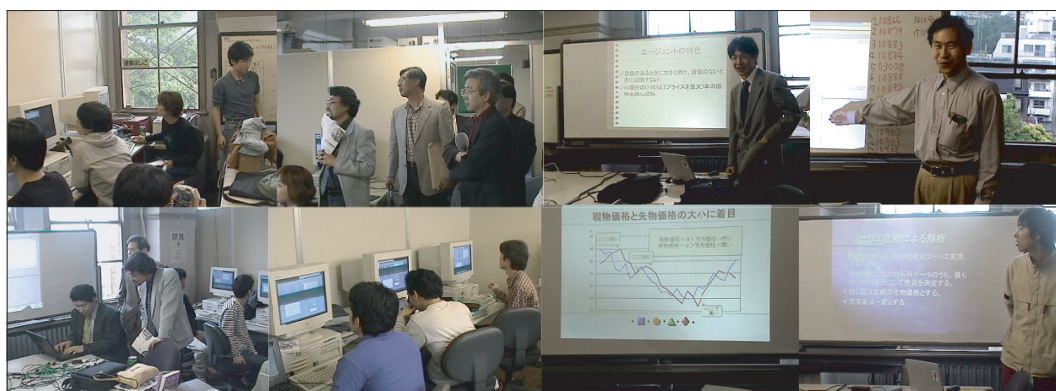
トーナメント用：作成した戦略を組み込んで U-Mart クライアントがサーバと通信して取引



講義を通じてわかったこと

- ・学生は興味をもって取り組んだ。
- ・多様なスキルの学生が参加できた。
- ・単純な論理でもそれなりに戦える。
- ・金融に興味のある学生は代表的なテクニカル分析手法や裁定型の戦略を実装
- ・回帰分析、関数近似などで予測精度を高める工夫も
- 【学生のレベルと結果】
- ・学部3年生レベルでは、自分の考えた戦略をコード化できるかどうか課題
- ・大学院レベルでは、より進んだ戦略に取り組める
- ・ツール面でのより一層の整備が必要

実習風景



京都大学での実施例

講義内容

ヒューマン・エージェントによる実験

① U-Mart の教育利用

② 京都大学経済学部大学院でおこなった実験

③ 3 回の実験

実施条件

・第 3 回目の実験結果

・マシン・エージェント (1 名)

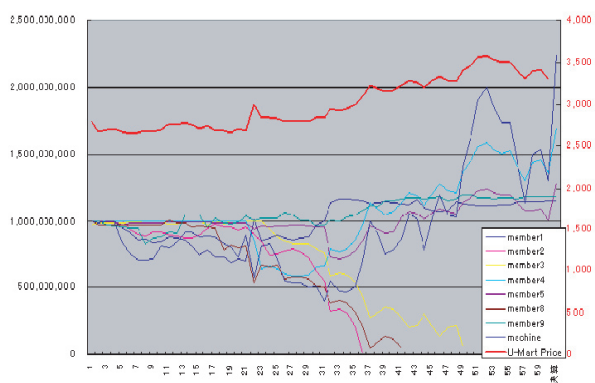
・現物価格の周りでランダムに注文を出す

・ヒューマン・エージェント (7 名)

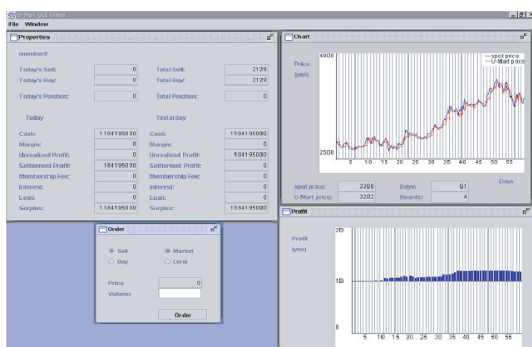
利益を得た人と、損をした人にわかれ 3 名が破産した

利益を得たエージェントの様子

エージェントの資産推移

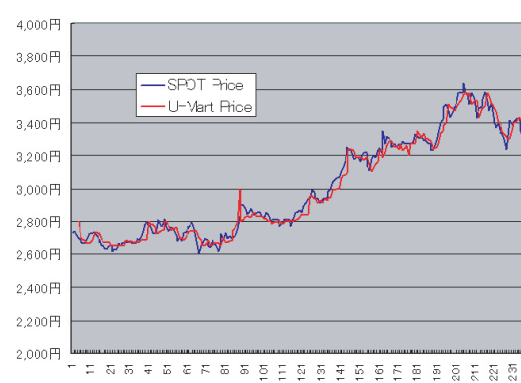


- ・細かい注文の繰り返しで、徐々に利益を積み上げている
- ・売り買いの注文数のバランスがとれている

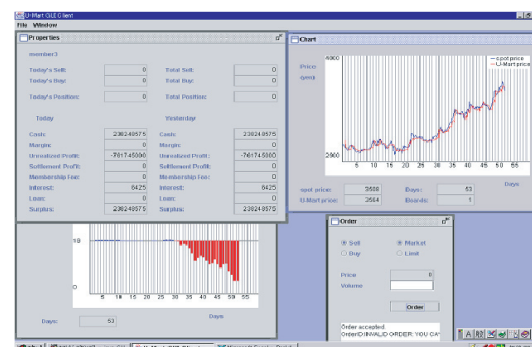


破産したエージェントの様子

価格系列



- ・下降局面と判断したが、相場は急騰含み損
(未実現損を拡大して行った)



実習風景



千葉工業大学での実施例

■ 講義目的

- ・実験参加を通じて先物取引の仕組みを実践的に学ぶ→教育用コースウェアの確立
- ・システム開発・研究プロジェクトの進め方について実体験を通じて学ぶ
- ・U-Mart システムのスケラビリティの検証

講義内容

千葉工業大学

社会システム科学部プロジェクトマネジメント学科

- ・2年生全員が参加（約 160 人）
- ・部屋、人数の関係で、2 部屋に分けて実施
- ・学生がノート PC を持参して参加教育と実験を繰り返す中で仕組みを理解する

日時（3 日間集中講義形式）

2003 年度（2004 年 2 月 26 日～28 日）

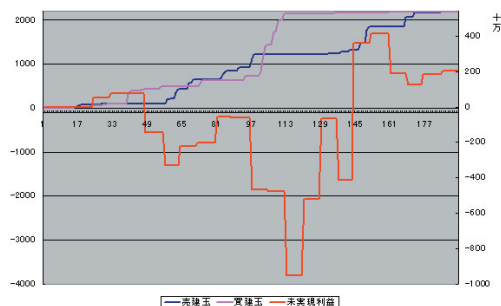
2004 年度（2005 年 2 月 28 日～3 月 2 日）

- ・1 日に 1～2 回、1 クラス 80 人によるヒューマン実験
- ・実験前に目標設定、実験後にログを見て振り返る
- ・目標：利益の実現とポジション管理の徹底

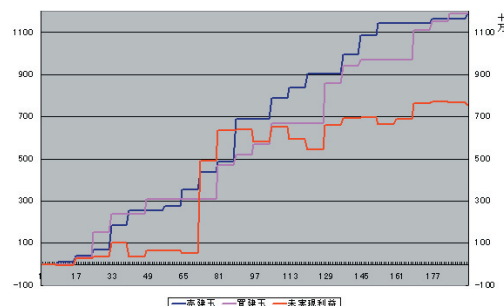
講義の成果

- ・大規模な環境でのスケラビリティがあることを確認、マシンエージェントがなくてもヒューマンだけでも市場が成立することを確認
- ・知るべき内容が多数・多岐にわたるため、座学だけでは十分な理解が難しい内容について、講義と実験を組み合わせた教育用コースウェアとして成果を挙げた
- ・学生の理解の進化

ポジション管理の前後での学生の取引の改善



ポジション管理を学ぶ前の生徒の取引



ポジション管理を学んだ後の生徒の取引

実習風景



大阪産業大学での実施例

■ 概要 ヒューマン（大阪産業大学学生）による実験

- ・ U-Mart の特徴の一つ：マシン・エージェントとヒューマン・エージェントが混在する文理融合の研究プロジェクト
- ・ ヒューマンのための取り扱いやすいグラフィカル・ユーザーインターフェイス
- ・ 5月から7月にかけて予備実験を含めて、計10回の実験を実施
- ・ ヒューマン28人、ランダム型マシンエージェント3個体が参加する混在実験

実験目的

- ・ 板情報の開示が取引にどのような影響を及ぼすか？
- ・ 市場の効率性の検証（制度に関する分析）
- ・ 情報の公開と取引量や価格変動の関係
（NY市場におけるスペシャリストは板情報や手口情報を独占することで、利益機会を確保する）
- ・ 流動性と安定性について、情報の公開についての関連

実験の準備と実験条件

- ・ 証券市場・先物市場の学習
- ・ U-Mart 市場の学習、グラフィカル・ユーザーインターフェイスの扱い方など
- ・ 実験のための、フォーマットの作成
- ・ 立会時間10秒、一回の実験は約50分
- ・ 板情報が開示されるグループと非開示のグループに分割

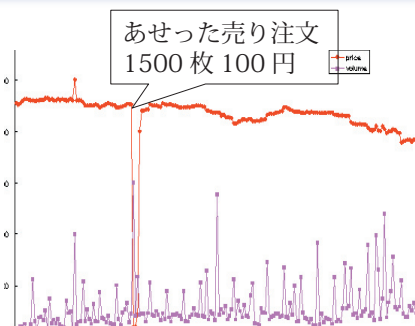
実験でわかったこと

延べ実験回数

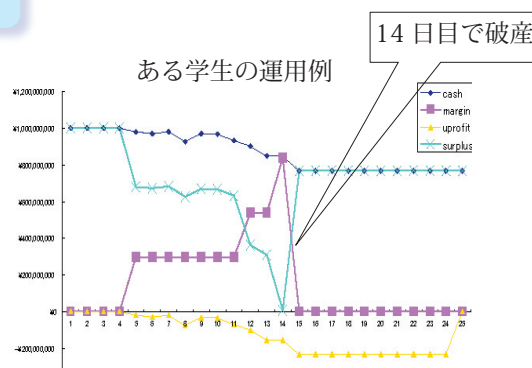
28人×4回=112回中、7回の破産ケース

●破産する理由

- ・ 白熱した取引では、焦って間違った注文（注文枚数と注文価格を逆に入力）を行い、破産（2回）
- ・ いわゆる「損切り」ができずに、ポジション管理を失敗して破産（5回）
- ・ いつか値は反転するのでは、と期待してしまうヒューマンならではの失敗



実習風景



近畿大学での実施例

■ 講義目的

- ・教育に配慮した実験 → 実験参加を通して、先物取引の仕組みを実践的に学ぶ
- ・板情報の開示が市場参加者の取引行動に及ぼす影響を、実験によって調べる
- ・実験条件を探索する

実施内容

- ヒューマン・エージェントによる実験 (2004 年度)
- ① U-Mart の教育利用 (U-Mart 新サーバーを使用)
 - ② 実施期間
 - ・学習のための予備実験：4 回 (前期 2 回 + 後期 2 回)
 - ・本実験 4 回 (2004 年 10 月 7・14・21・28 日)
 - ③ 参加者：17 名 (3 回生)

実施条件

- ・板寄せ回数：1 日 3 回
- ・1 回の板寄せ時間：20 秒
- ・30 日間の先物、90 回分の板合わせ
- ・ $(20 \text{ 秒} \times 3 + 20 \text{ 秒}) \times 30 \text{ 日} = 40 \text{ 分}$
- ・実験時間：40 分

事前学習

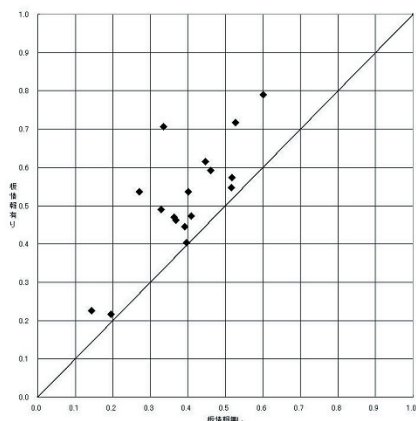
- ・前期に U-Mart を用いて学習のための実験
- ・課題の提出、取引ルールの確認・熟練等のために、2 泊 3 日の夏季合宿。
合宿では、他者がどのような戦略で取引を行っていたのかを知り、取引戦略の理解が進んだ。
- ・後期には、予備実験を行った。板寄せの時間を十分にとり、全員が注文を出して考える時間を取った。

実施方法

- ・被験者 17 名を A、B それぞれ 9 名と 8 名のグループに二分
- ・1 回目：A グループに開示、B グループに非開示
- ・2 回目：A グループに非開示、B グループに開示
- ・3 回目：全員に開示
- ・4 回目：全員に非開示

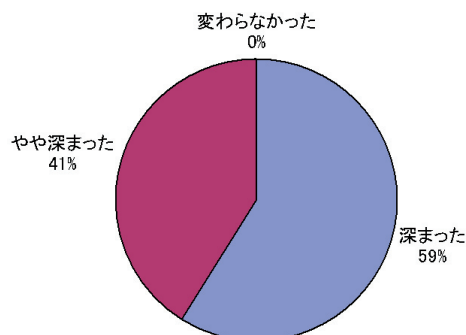
実験の成果

- ・エージェント別の約定率 * 縦軸：板情報有り
(約定回数 ÷ 注文枚数) 横軸：板情報無し



- ・習得度

U-Mart 実験に参加して、先物市場への理解は深まったか。



U-Mart サマースクール

平成 14 年 7 月 26 日～7 月 30 日 (5 日間)

講師 7 名、受講者 20 名 (10 大学 + 1 研究所)
場所：東京工業大学 すずかけ台キャンパス

平成 15 年 7 月 31 日～8 月 4 日 (5 日間)

講師 6 名、TA4 名、受講者 12 名 (7 大学 + 1 企業)
場所：京都大学 学術情報メディアセンター

平成 16 年 9 月 13 日～9 月 17 日 (5 日間)

講師 6 名、TA4 名、受講者 17 名 (8 大学)
場所：はこだて未来大学

平成 17 年 8 月 3 日～8 月 7 日 (5 日間)

場所：キャンパスプラザ京都

U-Mart サマースクールのねらい

- ・信頼性の高いソフトウェア開発の技法の解説
- ・モデル化手法，ネットワークプログラミングや並行プログラミングなどの解説
- ・具体的な課題を用いた演習を中心にエージェント・ベース・モデリングのためのシステムプログラミングの学習

講義目的

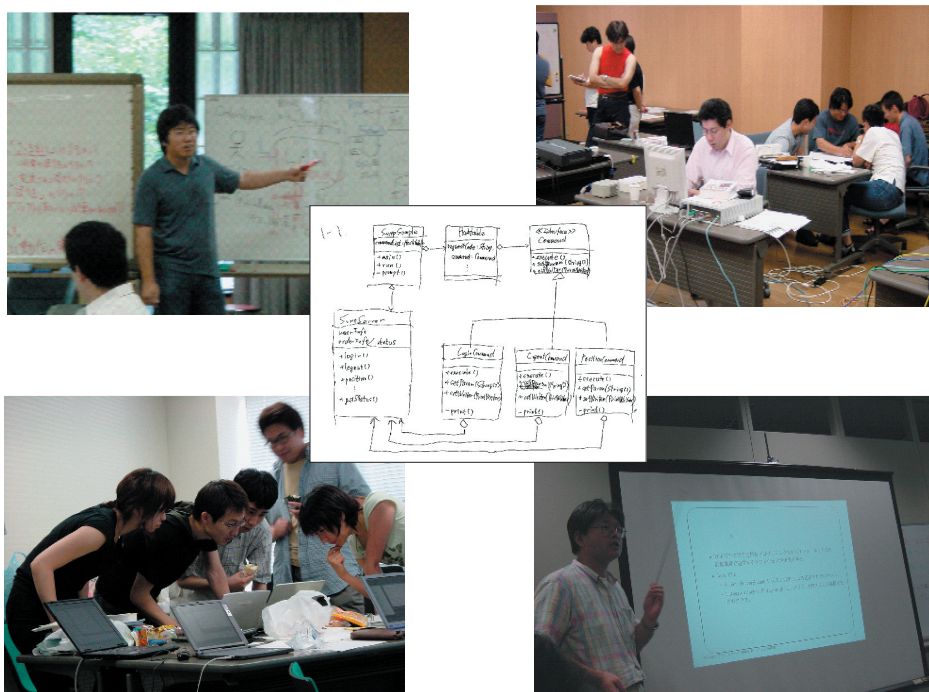
<エージェントベースシミュレーションのための基本的プログラミングの知識として>

- ・オブジェクト指向のソフトウェアの分析、設計、実装
- ・サーバクライアントモデル
- ・TCP/IP による通信のプログラミング
- ・スレッドを用いた並行プログラミング

<大規模プログラムの開発法として>

- ・注釈の記述，変数の命名，などのコード化の慣習
- ・デザインパターン
- ・プログラム（メソッド）のモジュール化
- ・プログラムのユニットテスト
- ・UML によるプログラマ間のコミュニケーション
- ・エクストリーム・プログラミング

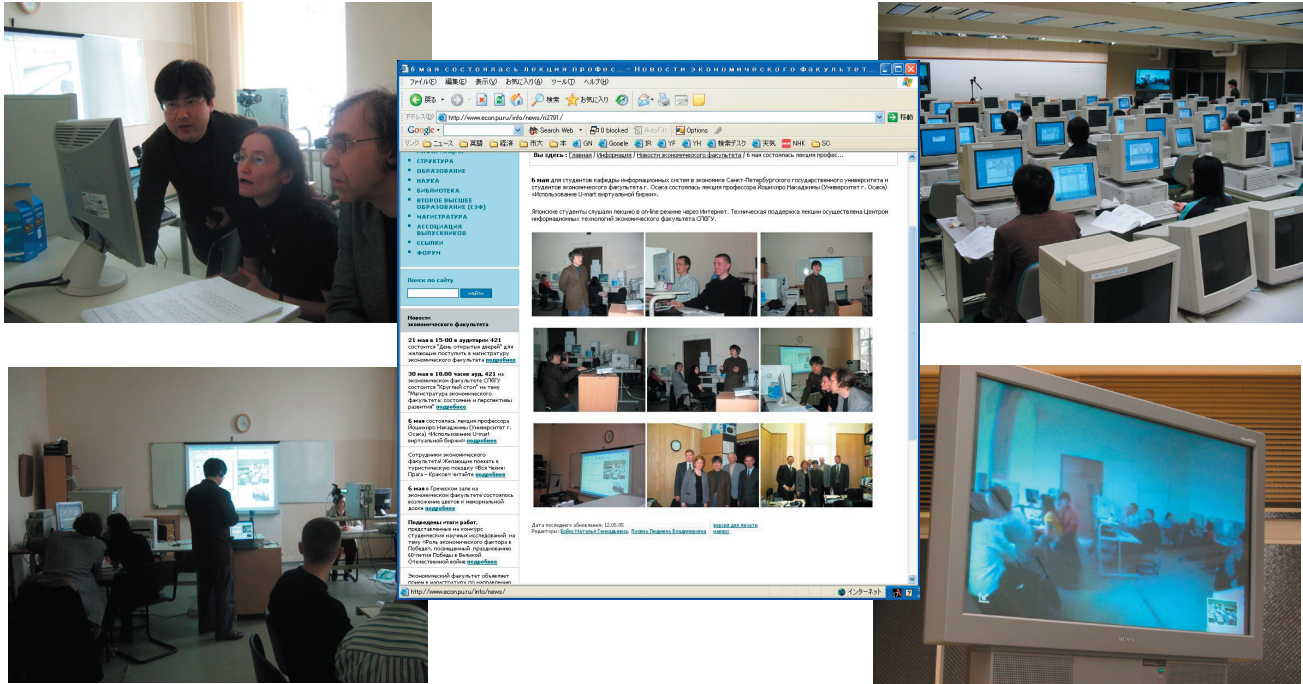
実習風景



海外での活動例

サンクトペテルブルグ大学 (ロシア) と大阪市立大学による合同講義 (2005 年 5 月 6 日)

TV 会議室システムを利用し、2 拠点開催を行い、インターネットを介して対戦した



ボローニャ大学 (イタリア) での活動 (サマースクール Aspect of Complexity) (2005 年 7 月 18 ~ 25 日)

人工市場の教材として U-Mart を活用
ヒューマン・エージェントのトレーディング、マシン・エージェント
の開発についての講義を行った



高雄応用科技大学 (台湾) での活動 (EFM@CI2005) (2005 年 8 月 12・13 日)

Summer Workshop on the economic, financial and managerial applications of computational intelligence. に参加し、
ヒューマン・エージェントのトレーディング、マシン・エージェントの開発についての講義を行った



公開実験

U-Mart プロジェクトでは、定期的に公開実験を行っています。U-Mart 研究の端緒として、プログラミングや金融投資の教育目標として、様々な研究のテストケースとして、これらの公開実験が役立っています。これまで行われてきた公開実験は

PreU-Mart2000 U-Mart2001 UMIE2002・U-Mart2002 UMIE2003・U-Mart2003

UMIE2004・U-Mart2004 UMIE2005・U-Mart2005

の合計 9 回です。Pre U-Mart2000 では、マシン・エージェントのみ募集し、U-Mart2001 ではマシン・エージェントとヒューマンエージェントの両方を募集しました。その後の大会では、UMIE200x シリーズはマシン・エージェントのみを、U-Mart200x シリーズはマシン・エージェントとヒューマン・エージェントの両方を募集しました。この間、実験のルールや実験の位置づけが変更されてきました。



最初の **PreU-Mart2000** は、U-Mart システムが本来の目的通りに機能する事を確かめる目的で開催された大会でした。この為、正式な公開実験ではないという意味で、「Pre」と名づけられました。「U-Mart プロトコル (SVMP)」に従って設計されたマシン・エージェントは機能するのか？ U-Mart サーバーはエージェントから同時に送られてくる様々な命令を適切に処理できるのか？ U-Mart は先物市場として機能するのか？等、様々な課題を抱えていました。参加者は、自作のマシン・エージェントとノートパソコンを持参し会場で初めて接続しました。徹夜で調整し、日程通りに実験を行えました。U-Mart プロトコルによる通信や、U-Mart の市場機能、会計機能などシステム面は機能したものの、暴騰・暴落が頻発し多くのエージェントが破産しました。デバッグ用に開発されたランダムエージェント（現物価格の周りで、ランダムに売り買いするエージェント）が常に上位に位置するなど、「マーケット」としては多くの課題が残りました。

一年後の **2001 年**、本格的な人工市場研究の場とする為に**国内公開実験 U-Mart2001** が開催されました。この大会では、U-Mart プロジェクトの最初の目的通り、ヒューマン・エージェントとマシン・エージェントの両方を募集しました。マシン・エージェントは事前に集められました。ランダム、上昇、下降、反転、振動の 5 つの時系列を用いて、複数回の実験を行い優秀なマシン・エージェントを表彰しました。また、大会当日には、マシン・エージェントとヒューマン・エージェントが同時に参加する「本戦」が行われました。実験ではランダムエージェントが参加していない場合は暴騰・暴落が見られました。しかし、昨年ほどの頻度ではなく、また、ランダムエージェントを参加させると市場は安定しました。暴騰、暴落のチャンスに多くの資産を蓄えたエージェントが強い事、昨年に引き続きランダムエージェントがかなり強い事がわかりました。ランダムエージェントは、現物価格の周りで指値注文を出すため、自然に裁定取引に似た役割を果たし、安定的に利益を得ると同時に市場を安定化させる働きを担いました。後述するマシン・エージェント開発キットは配布されたものの、U-Mart プロトコルに直接対応するマシン・エージェントも参加したので、事前実験においても通常の実験と同じ時間（60 分程度）を要しました。

2002 年には初の国際公開実験が実施されました。それに伴って公開実験の目的を明確化し実施内容を大幅に改良しました。最も大きな変更は二つの大会の位置付けを明確にした事です。**国際公開実験 (UMIE200x)** はマシン・エージェントのみ募集し、**国内公開実験 (U-Mart200x)** はヒューマン・エージェントとリアルタイム処理を行うマシン・エージェントが参加できる大会としました。

国際公開実験 (UMIE200x) で募集されている戦略クラス型のマシン・エージェントは、e-mail で送信可能なため参加者は世界中どこからでも気軽に参加できます。また、参加者がマシン・エージェントのみとわかっていれば最初から板寄せ間隔などの実時間処理が無い、加速実験を前提としたマシン・エージェントが募集できます。喜多らによって東京工業大学の講義の為に開発されたマシン・エージェント開発キットを利用した戦略クラスのみを募集しました。マシン・エージェント開発キットを利用すると、先物価格の時系列、現物価格の時系列、現在保有している先物の枚数、現在の現金残高、残り

の板寄せ回数の5種類のデータが与えられ、注文内容を入力する戦略部分のみを実装したクラスを作成するだけでマシン・エージェントが開発できます。このキットには、この形式で開発されたエージェントのシミュレータも含まれています。手元のPCで10種類のマシン・エージェントと対戦し、そのログを解析して売買行動を追跡するという機能を備えたものです。マシン・エージェントの行動をステップ・バイ・ステップで追えるようになり、より実践的なアルゴリズム開発や、より詳細なチューニングが可能になりました。加速実験がスムーズに行えるようになった事で、エージェントの評価基準も変わりました。それまで「どのエージェントが一番儲けたか」という基準で優秀なエージェントを表彰していましたが、これではハイリスク・ハイリターン型の投資方法が有利になってしまいます。この反省から、勝率、最大利益、平均利益、破産率の4つの評価基準を設け、パレート順位法によって総合的に評価するようにしました。2002年の国際公開実験UMIE2002には東京大学で講義の課題として学生が開発したエージェントや、大阪府立大学のオンライン学習を用いた意思決定支援システムを実装したエージェントが活躍しました。

一方で国内公開実験(U-Mart200x)は全国の様々な大学や大学院の講義で実際にU-Martを使った学生が一同に会して対戦する良い機会になります。このような目標を設ける事で受講する学生へのモチベーションが高まると共に、公開実験としてもある程度投資方法について真剣に考えたヒューマン・エージェントが集まるため、より実践的なデータが収集できるというメリットもあります。この大会は、実時間処理に対応したマシン・エージェントを実験する機会にもなっています。エージェント開発キットを利用したエージェント(戦略クラス)は、使えるデータや行える行動が決まっています。その為、他のエージェントの注文情報など時々刻々変化するデータの利用や、他のエージェントとの協調的な投資行動など、様々なアイデアを試す事はできません。国内大会は、自分のPCの持ち込みも許可されていて、チャレンジングなマシン・エージェントが腕を競う良い機会になっています。2002年のU-Mart2002には、ヒューマン・エージェントとしては大阪産業大学で講義の中でU-Martを利用した投資実習を行った学生や中央大学の学生、それにマシン・エージェント開発などを行ってきた大学院生などが参加しました。大阪産業大学の講義中に行った実験で、際立ったパフォーマンスを示してきた学生(通称「相場師」)が、公開実験でも良い成績を収めました。リアルタイム処理を行うマシン・エージェントとしてはエージェント間で情報をやり取りしながら最適な戦略を選択する東京工業大学の澤チームなどが活躍しました。

2003年には、2002年に行われた公開実験の結果を良く研究したチームが良い成績を収めました。特に、マシン・エージェントは「短期的なトレンドを利用するエージェント」と「オンライン学習型エージェント」が概ね良い成績を収めていました。これらの経験を踏まえて開発された東京工業大学のエージェントが、UMIE2003とU-Mart2003の両方で優勝しました。また、国内大会U-Mart2003から新システムであるU-MartシステムVersion2.0のプロトタイプが使われました。

2004年のUMIE2004には、立命館大学や近畿大学などから新しいチームが参加しました。優勝したのは、FuzzyB、UMIE2003に優勝したClassiffireエージェント、そして強化学習を使ったTriDiceP、ニューラルネットを使ったNN2、裁定取引を行うKInvestor-25の5エージェントでした。この大会には、人工知能分野で開発された主な学習アルゴリズムはほぼ出揃い、それらが上位を占めました。一方で伝統的なテクニカル・エージェントは、なかなか良いパフォーマンスが得られない状況になっています。大会を開始してから5年が経ち、応募エージェントの総数も100を超えるに至っています。U-Martの条件での投資エージェント開発は、一つの到達点に來たとも言えます。U-Mart2004では、初めての2拠点試合を行いました。メイン会場は、進化経済学会オースタム・カンファレンスが開催されていた東京工業大学すずかけ台キャンパス(横浜市)でしたが、大阪市立大学経済学部からもインターネットを介して3名のトレーダーと一緒に参加しました。また、マーケット・メーカーを行うマシン・エージェントも参加しました。このエージェントは優勝を目指すのではなく、ヒューマン・エージェントがいる市場で、どの程度パフォーマンスが上げられるのかを検証するために応募されました。

2005年は、国際的な展開が見られました。5月6日には、ロシアのサンクトペテルブルグ大学と大阪市立大学の合同講義が行われました。TV会議システムを使ってロシアと日本の学生が同じ講義を受けました。また、インターネットを利用して、同じマーケットで取引をしました。7月20日にはイタリアで開催されたサマースクール"Aspect of Complexity"で、また8月13日には、台湾で開催されたサマースクール"Financial and Manageral Applications of Computational Intelligence"でU-Martシステムが紹介されました。ヒューマン・エージェントによる実験方法とマシン・エージェントの作成方法の講義が行われました。

文責：中島 義裕

公開実験の歩み

Pre U-Mart 2000

参加形態：マシン・エージェント
設定：立会時間 15 秒×セッション数 4 回× 60 日

特色：U-Mart システム全体が機能するかどうかを確認める為に開催された。

U-Mart 2001

参加形態：マシン・エージェント & ヒューマン・エージェント
設定：立会時間 15 秒×セッション数 4 回× 60 日

特色：初めての本格的な公開実験。事前にマシン・エージェントが集められ、複数回の実験結果からエージェントを評価した。

国内大会

ヒューマン・エージェントが参加
1 回限りの実験

U-Mart2002

特色：大阪産業大学や中央大学の学生が集まり、かなり大規模なヒューマン・エージェントの実験ができた。

設定：立会時間 10 秒×セッション数 8 回× 24 日

U-Mart2003

特色：国際会議 ISAGA のデモ・セッションとして行われたため、多くの飛び入り参加者があった。初めて新システム (U-Mart Ver2.0) が使われた。

設定：立会時間 10 秒×セッション数 8 回× 30 日

U-Mart2004

特色：ルールを変更しセッション間の時間間隔や一日のセッション回数を 2 種類用意した。インターネットを利用して初めて 2 地点実施した。

設定：立会時間 30 秒×セッション数 2 回× 20 日
/ 立会時間 1 秒×セッション数 90 回× 20 日

U-Mart2005

特色：ヒューマンでは「プロの相場師」も応募された。また、UMIE2005 とも共催、応募されたマシン・エージェントも全員参加した。

設定：立会時間 20 秒×セッション数 3 回× 30 日
/ 立会時間 10 秒×セッション数 8 回× 24 日

国際大会

マシン・エージェントによる加速実験
パレート順位法による多角的な評価

UMIE2002

特色：加速実験を前提にしたマシン・エージェントが集められた。パレート順位法によるエージェントの評価を行った。

設定：セッション数 4 回× 60 日

UMIE2003

特色：参加数は少なかったが、UMIE2002 の結果を反映して、より「強い」エージェントが集まった。

設定：セッション数 4 回× 60 日

UMIE2004

特色：各大学から新しいチームが参加した。Classifier エージェントに加えて人工知能技術を利用したオンライン学習型のものが優秀な成績を取めた。

設定：セッション数 4 回× 60 日

UMIE2005

特色：通常秋に行われる U-Mart2005 との共同開催で行われた。昨年まで活躍した人工知能系のエージェントの参加が少なかった。

設定：セッション数 4 回× 60 日

2006 年予定

全 5 大会を開催予定 (同時開催)

< 2006 年 公開実験の新たな試み >

1) 新しいオープン・プロブレムの提案

「板の薄い市場を掘り起こすマーケット・メーカー・エージェント」
マーケット・メーカー型エージェント
マーケット・メーカー・キラー型エージェント } の公募

2) 学生によるプロジェクト運営

3) ザラ場版 U-MartSystem の開発

クォート・ドリブン市場

板情報 (注文) による売買判断

I, UMIE2006、U-Mart2006、U-Mart Japan :
従来の公開実験 UMIE・U-Mart に加えて、日本国内向けに学生によって大会を運営する U-Mart Japan を開催
II, UMIE MM 2006 :
板の薄い市場に関する公開実験の準備とデモ
III, UMIE MM Demo :
2007 年大会に向けてザラ場版 U-Mart システムなどをデモンストレーション

各大会の基本ルール

共通ルール

U-Mart 先物市場の取引ルール

- ・ 初期所有金: 1,000,000,000 円
- ・ 取引単位: 約定指数の 1000 倍を約定金額とする
- ・ 証拠金率: 1 取引単位当り 30 万円
- ・ 値幅制限: なし
- ・ 取引所会費: なし (0 円)
- ・ 取引手数料: なし (0 円)
- ・ 融資金上限: 30,000,000 円
- ・ 融資金利: 年 10%

リアルタイム版実験のルール

(ヒューマン・マシン混在時)

U-Mart2002、U-Mart2003

- ・ 取引日数: 30 又は、24(仮想) 日間
 - ・ 1 日あたりのセッション数: 8 回
 - ・ 立会時間: 10 秒
 - ・ 時系列データ: 配布キット J30 (実験データは事前には非公開)
 - ・ ヒューマンエージェントとマシンエージェントの混在
 - ・ グラフィカル・ユーザインターフェイスの利用
 - ・ マシンエージェント戦略参加とマシン持込参加
- 評価方法
- ・ チーム内で結託、相談も可、個人成績+チーム成績

加速実験のルール

(マシン・エージェントのみの時)

UMIE2002, UMIE2003

【市場のルール】

- ・ 取引日数: 60 日間
- ・ 1 日あたりのセッション数: 4 回
- ・ 立会時間: 0 秒

概要: 各エージェントは、4 種類の時系列とその総合順位、3 つの実験 (エージェントの組み合わせ)、4 種類の評価基準とそれから計算される総合順位 (パレート順位) の計 125 回順位が与えられる。その中から Ex1, Ex2, Ex3 の全時系列で計算したパレート順位を利用して最終的な順位が決定する。

【時系列】

上昇、下降、反転、振動 の 4 系列。右の図は実際に使われた時系列

【実験】

(エージェントの組み合わせによって以下の 3 種類の実験を行う)

EX1) 各応募エージェント 1 匹+標準エージェントセット 20 個体

EX2) 全応募エージェント+標準エージェントセット 20 個体

EX3) 予選通過エージェント+標準エージェントセットからランダムに半分選択

【評価方法】

- ・ 1 最大利得 全実験の最大獲得利益で評価
- ・ 2 平均利得 全実験の利益の平均
- ・ 3 利益を得た回数 全試行中、利益がプラスで終えた実験回数
- ・ 4 破産回数 全試行中破産した実験回数
- ・ 5 総合順位 上記 1) ~ 4) からパレート順位法によって計算される

【実験の手順】

・ パターン 1 (Ex1, Ex2 の場合)

各時系列につき、ランダムシードを変えて 50 回試行する。

各時系列毎に評価する。

4 種類の時系列で行うので合計 200 回試行する。

200 回の実験データを利用して総合順位を計算する。

・ パターン 2 (Ex3 の場合)

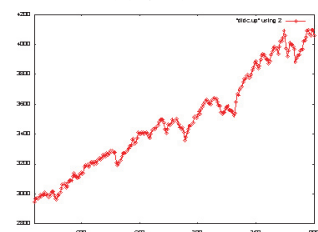
a) 全エージェント (参加エージェント+標準エージェントセット) からランダムに半分のエージェントを取り出す

b) 4 種類の時系列からランダムに一つ選び出し実験する。

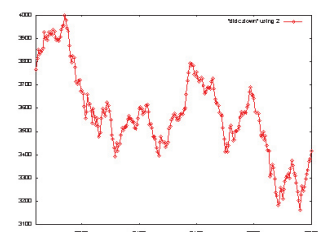
上記 a), b) を 1000 回繰り返す。

【ジェントルマン・ルール】 エージェントは、積極的に取引に参加する事

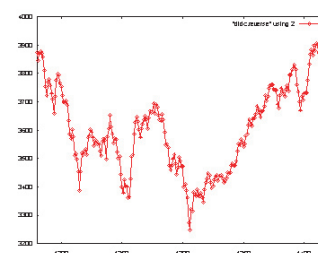
上昇系列



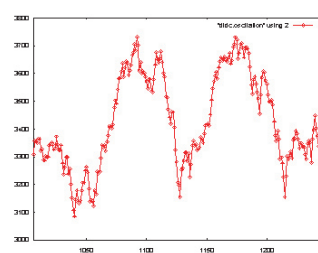
下昇系列



反転系列



振動系列



PreU-Mart2000

概 要

- 日付 2000 年 8 月 19 日
- 会場 インテック大山研修センター
SICE 夏の学校で開催
- 参加者 11 チーム (54 エージェント) 参加
- 参加形態 マシン・エージェント

大会の特徴

U-Mart システムが開発されて初めての大会。システムが設計通りに動くか否かを確認めるために開催された。サーバープログラムがきちんと機能するのか、ネットワーク接続された PC 上で動くエージェントときちんと通信できるのか、など確認すべき多くの課題を抱えていた。本格的な公開実験 (コンテスト) ではないという意味を込めて” Pre” と名付けられた。参加者は、各自ノートパソコンを持ち寄り会場で接続。一晩かけて、最後の調整 (デバッグ) を行った。2 回の実験に成功し、ランダムエージェントが非常に優秀である事、予想以上に乱高下が激しいことなどが分かった。

ルール

- ① 一日のセッション数 4 回
- ② 立会時間 15 秒
- ③ 取引日数 60 日
- ④ 全セッション数 240 回
- ⑤ 時系列は、2 種類で合計 2 回の実験を行った。

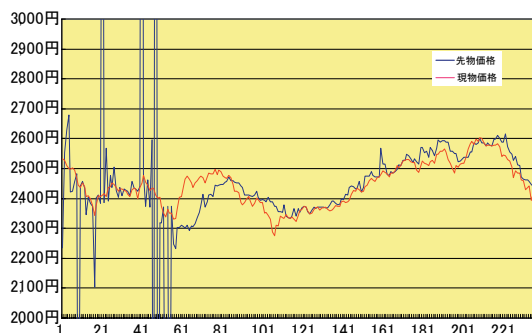
参加者名簿

チーム名	大学名	メンバー ID
小野	徳島大学 (工学)	m1 ~ m5
出口	京都大学 (経済学)	m6 ~ m10
福本	東京工業大学 (工学)	m11 ~ m15
山村	東京工業大学 (工学)	m16 ~ m20
村上	筑波大学 - 山武産業システム (工学)	m21 ~ m25
森	大阪府立大学 (工学)	m26 ~ m30
谷口	大阪産業大学 (経済学)	m31 ~ m35
佐藤	防衛大学 (工学)	m36 ~ m40
中島	京都産業大学 (経済学)	m41 ~ m45
石西	防衛大学 (工学)	m46 ~ m50
橋本	大阪市立大学 (経済学)	m51 ~ m55

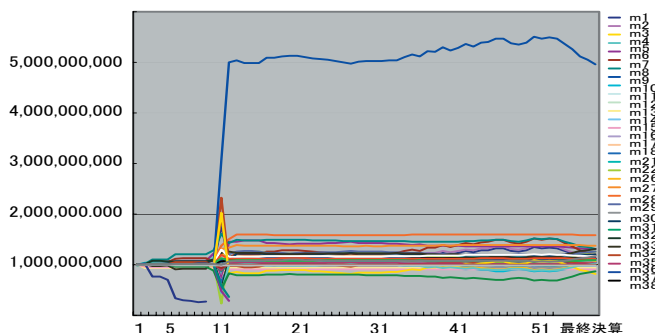
結果: 上昇 - 下降 - 上昇

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名	CASH (円)
1 位	Kaubaka	m41	京都産業大	京都産業大学	3,960,884,296
2 位	Osaka - Huritu 02	m27	大阪府立大	大阪府立大学	582,474,000
3 位	Osaka - Huritu 01	m26	大阪府立大	大阪府立大学	380,437,000
4 位	Kyoto 02	m 7	京都大	京都大学	317,955,000
5 位	Tokushima 05	m 5	徳島大	徳島大学	310,538,000

第一試合の価格変動



第一試合の資産分布



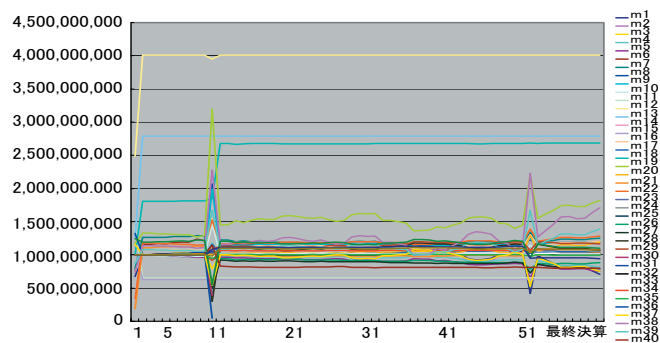
結果：下昇ー下落

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名	CASH (円)
1 位	Hukumoto - 02	m12	福本チーム	東京工業大学	3,005,755,296
2 位	Hukumoto - 03	m13	福本チーム	東京工業大学	1,792,902,000
3 位	Yamamura - 04	m18	山村チーム	東京工業大学	1,686,144,000
4 位	Yamamura - 05	m19	山村チーム	東京工業大学	820,188,000
5 位	Nerinerikun	m43	京都産業大	京都産業大学	710,379,000

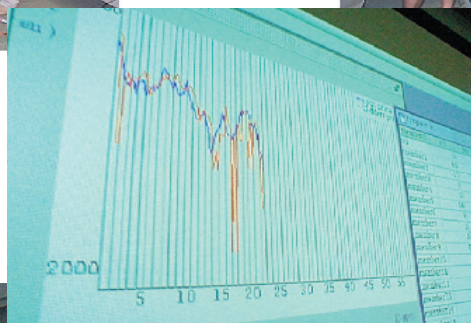
第二試合の価格変動



第二試合の資産分布



実験風景



U-Mart2001

概要

- 日付 2001 年 8 月 25 日
- 会場 インテック大山研修センター
SICE 夏の学校で開催
- 参加者 14 チーム (39 エージェント) 参加
- 参加形態 マシン・エージェント
& ヒューマン・エージェント

大会の特色

公開実験（コンテスト）として本格的な評価を行うため事前にマシン・エージェントのプログラムを募集して予備実験を行った。上昇、下降、反転、振動の 4 種類の時系列による実験を行い、マシン・エージェントの順位を測定した。マシン・エージェントは、全てネットワーク経由でサーバーと繋がり、情報収集や発注をリアルタイムに行う設計になっていたため、マシン・エージェントのみによる実験でも一回の試行に 2 時間程度かった。

ルール

- ① 一日のセッション数 4 回
- ② 立会時間 15 秒
- ③ 取引日数 60 日
- ④ 全セッション数 240 回
- ⑤ 事前に時系列毎に 2 回（ランダム有／無）計 10 回実験した。

参加者名簿

チーム名	大学名	メンバー ID	チーム名	大学名	メンバー ID
小山	京都産業大学	m1	ビンセント	防衛大学	m21
小林	東京大学	m2 ～ m6	河内	防衛大学	m22 ～ m25
有山	大阪府立大学	m7 ～ m8	チーム石井	東京工業大学	m26 ～ m30
荒井	千葉工業大学	m9	チーム桑井	大阪市立大学	m31 ～ m33
成原	千葉工業大学	m10	チーム後藤	大阪市立大学	m34
在間	京都大学	m11	チーム上田	大阪市立大学	m35
井上	京都大学	m12 ～ m20	チーム橋本	大阪市立大学	m36 ～ m39

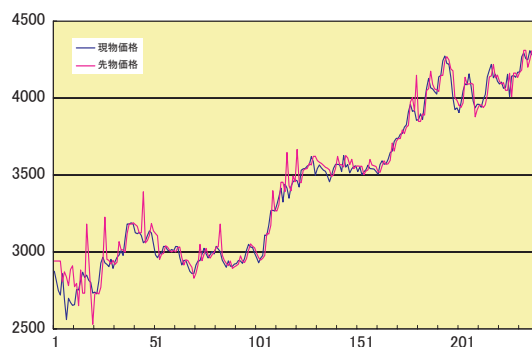
ケース 1：デフォルト系列利益 上位 エージェント

◆ランダムエージェントなし

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	DaytTrade	m34	後藤	大阪市立大学
2 位	Inoue7	m18	井上	京都大学
3 位	Inoue6	m17	井上	京都大学

◆ランダムエージェントあり

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Inoue6	m17	井上	京都大学
2 位	DayTrade	m34	後藤	大阪市立大学
3 位	Test2 Strategy	m3	小林	東京大学



ケース2：上昇系列利益 上位 エージェント

◆ランダムエージェントなし

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Inoue5	m16	井上	京都大学
2 位	Test2 Strategy	m3	小林	東京大学
3 位	DayTrade	m34	後藤	大阪市立大学

◆ランダムエージェントあり

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Inoue6	m17	井上	京都大学
2 位	DayTrade	m34	後藤	大阪市立大学
3 位	Test2 Strategy	m3	小林	東京大学

ケース3：下降系列 利益 上位 エージェント

◆ランダムエージェントなし

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Inoue6	m17	井上	京都大学
2 位	Inoue7	m18	井上	京都大学
3 位	Test3 Strategy	m4	小林	東京大学

◆ランダムエージェントあり

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	ZaimaStrtegy	m11	在間	京都大学
2 位	Random Trade	m42	U-Mart-Kit	京都大学
3 位	Inoue4	m15	井上	

ケース4：反転系列 利益 上位 エージェント

◆ランダムエージェントなし

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Fumi1	m36	橋本	大阪市立大学
2 位	Fumi3	m38	橋本	大阪市立大学
3 位	Sonkiri	m24	河内	防衛大学

◆ランダムエージェントあり

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Random Trade	m41	U-Mart-Kit	京都大学
2 位	Random Trade	m40	U-Mart-Kit	
3 位	Random Trade	m42	U-Mart-Kit	

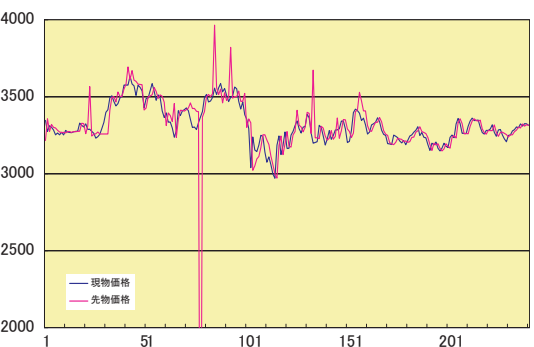
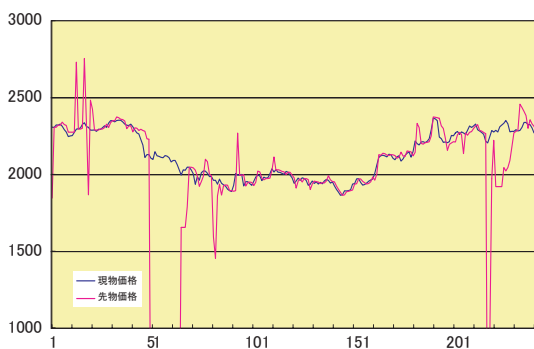
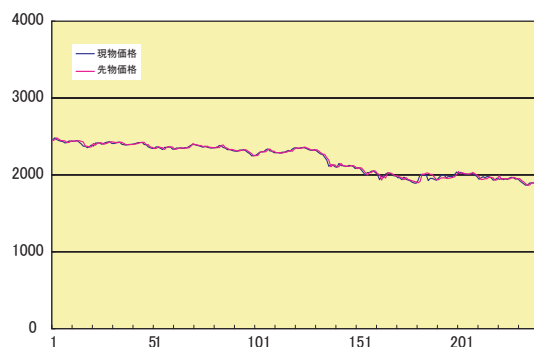
ケース5：振動系列利益 上位 エージェント

◆ランダムエージェントなし

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	DayTrade	m34	後藤	大阪市立大学
2 位	Inoue7	m18	井上	京都大学
3 位	Inoue6	m17	井上	京都大学

◆ランダムエージェントあり

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	Inoue6	m17	井上	京都大学
2 位	DayTrade	m34	後藤	大阪市立大学
3 位	Test2 Strategy	m3	小林	東京大学



U-Mart2001 の実験でわかったこと

- ・ Pre U-Mart2000 に比べ価格が安定
- ・ アホが減った
- ・ 経済系の参加者が増えた
- ・ 最も参加者の多い戦略実践タイプは指値で実装されるもの
- ・ それでも荒れる場合がある。荒れるのは中盤から後半
(Pre U-Mart2001 では序盤に大荒れした)

U-Mart2002

概要

- 日付 2002 年 11 月 5 日
- 会場 大阪市立大学・経済学部
SICE・システム工学会と共催
- 参加者 マシン 7 チーム・ヒューマン 12 チーム
- 参加形態 マシン・エージェント
& ヒューマン・エージェント

大会の特色

大阪産業大学の学生や中央大学の学生など多くの学生が参加した。大阪産業大学や中央大学の学生は、それまで講義の中で U-Mart 取引実験を何度も経験しており、この大会がいわばこれまでの練習の成果を図る競技会として位置付けられていた。公開実験の後、参加した大学生の合同ゼミが行われるなど、学生の交流の場としても活用された。

ルール

- ① 一日のセッション数 8 回
- ② 立会時間 10 秒
- ③ 取引日数 24 日
- ④ 全セッション数 192 回

【ヒューマン参加者の内訳】

- 大阪産業大学 24 名 8 チーム
 - ・学部生：半年間ゼミで実地
 - ・相場師がいるかも、、、。
- 京都大学 3 名 1 チーム
 - ・学生 + 大学院生：まったくの初心者
- 中央大学 3 名 1 チーム
 - ・学部生：一応経験あり、マシン・エージェント開発も行う

参加者名簿 (マシン)

チーム名	大学名	メンバー ID	特色
石山	中央大学	m1 ~ m3	・素人取引戦略：川崎 ・ジョージソロスの反射理論とウィリアムズ %R による判断：金 ・振動・トレンド判定：石山
小林	中央大学	m4 ~ m6	・ストキャスティクス理論 (改)：原田 ・値動きサイコロジカル・ライン：小林 ・ストキャスティクス理論：中田
中島	大阪市立大学	m7 ~ m9	・カウバッカ ・プライス・メーカー ・値変動幅対応売買型
澤	大阪市立大学	m10 ~ m12	・3つのエージェントが連携する複雑なクライアント ・個々のエージェントが持っている戦略は7種類 ・最終決算対策法、準単純成行法、RSI 分析、級数的方法、短中期平均法、単純成行法、ウィリアムズ %R 法 ・探索期間：14 日間 ・個々に各戦略を実施→結果をサーバーへ報告 ・最適ストラテジー実施期間：8 日間 ・最適であると思われる戦略を実施 ・最終決算対策期間：2 日間 ・ポジションを 0 に近づける
小林	東京大学	m13 ~ m15	・Day Trade Type ・Trend Type ・擬似裁定型
金井	大阪市立大学	m16 ~ m18	・現物と先物のあいだの裁定取引 ・単純なナンピン売り ・ドルコスト平均法によるナンピン買い ・チーム戦略 市場が右肩上がり場合は③が利益を出し②の損失をヘッジ、右肩下がり場合はその逆になるはず。①は、いずれの場合でも裁定機会さえあれば利益を出すはず。
有山	大阪府立大学	m19 ~ m21	・オンラインファジィ学習 A ・オンラインファジィ学習 B ・ニューラルネット

参加者名簿 (ヒューマン)

チーム名	大学名	メンバー ID	人名
谷口 A	大阪産業大学	m31 ~ m33	小笠原・田淵・井上
府大経法混成	大阪府立大学・経済法科大学	m36 ~ m38	有山・深瀬・北野
谷口 G	大阪産業大学	m39 ~ m40	井原・高知
Chuo 2002	中央大学	m34・m41・m42	中田・小林・原田
中央 1	中央大学	m44 ~ m46	金・川崎・石山
谷口 F	大阪産業大学	m47 ~ m49	後藤・横山・加藤
The 催	大阪産業大学	m50・m60・m61	催・市川・藤井
京都大	京都大学	m51 ~ m53	品川・遠藤・李
谷口 B	大阪産業大学	m55 ~ m57	入船・杉橋・松尾
谷口 2	大阪産業大学	m63 ~ m65	久保崎・田中・千
SUPER M	大阪産業大学	m67 ~ m69	恵村・坂本・大越
谷口 E	大阪産業大学	m71 ~ m73	太田・前川・林

成績：エージェント

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名	CASH (円)
1 位	Ariyama02	m20	有山	大阪府立大学	7,412,344,000
2 位	Ariyama01	m19	有山	大阪府立大学	5,226,312,000
3 位	加藤	m49	谷口 F	大阪産業大学	2,271,369,000
4 位	田淵	m32	谷口 A	大阪産業大学	2,090,150,000

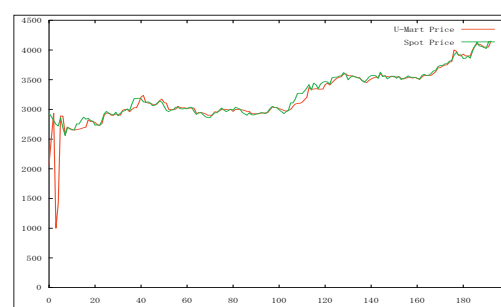
成績：チーム

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位	小笠原・田淵・井上	m31 ~ m33	谷口 A	大阪産業大学
2 位	井原・高知	m39 ~ m40	谷口 G	大阪産業大学
3 位	Team_TK01 ~ 03	m13 ~ m15	Team_TK	東京大学
4 位	Isiyama01	m 1 ~ m 3	石山	中央大学
5 位	板・寄せ・com01 ~ 03	m10 ~ m12	板・寄せ・com	東京工業大学

U-Mart2002 の実験でわかったこと

- ◆破産エージェントを含むと m19、20、21
(大阪府大 有山チーム) がダントツ
- 【利益を出したエージェント】マシン 14/23 (60%)
ヒューマン 16/35 (46%)
- 【破産したエージェント】マシン 2/23 (9%)
ヒューマン 3/35 (9%) 合計 5/58 (7%)

U-Mart2002 の結果



U-Mart2003

概要

- 日付 2003 年 8 月 27 日
- 会場 上総アカデミアパーク
ISAGA2003 のデモ・セッションとして開催
- 参加者 マシン 10 チーム・ヒューマン 18 チーム
- 参加形態 マシン・エージェント
& ヒューマン・エージェント

大会の特色

ゲーミング関係者が集まる国際学会 ISAGA のデモ・セッションとして開催。飛び入り参加も含め、様々な大学・機関から応募があった。新システム (U-Mart システム Version2.0) のプロトタイプを利用。ログ・データが項目別の CSV ファイルで保存され、その場で注文内容などが分析できるようになった。実験後デブリーフィングの時間をとり、優勝したエージェントの強さの秘訣や急騰急落の原因など、実験参加者と一緒に実験結果の分析を行った。

ルール

- ① 一日のセッション数 8 回
- ② 立会時間 10 秒
- ③ 取引日数 30 日
- ④ 全セッション数 240 回



参加者名簿 (マシン)

チーム名	大学名	メンバー ID
立命館大	立命館大学	m21 ~ m22
安部	中央大学	m23
入江	東京工業大学	m24
北窪	東京工業大学	m25 ~ m27
相羽	中央大学	m28
中島	大阪市立大学	m29・m30

参加者名簿 (ヒューマン)

チーム名	大学名	メンバー ID	人名
小原	会社員	m32	小原
TCLD	TCLD	m33	中野
立命館	立命館大学	m34 ~ m36	福森・山中・織木
大阪経法	大阪経済法科大学	m37	森本
福岡大	福岡大学	m38 ~ m39	五十嵐・岡安
東京工業	東京工業大学	m40	樋口
中央大	中央大学	m41 ~ m48	相羽・柳生・阿部・新城 宮崎・工藤・中田・原田
日本学術会議	日本学術会議	m49	本木
北窪	東京工業大学	m50	北窪

成績：総合 (マシン&ヒューマン)

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名	CASH (円)
1 位	Kitakubo1	m26	出口研・北窪チーム	東京工業大学	1,627,966,000
2 位	T5-DayTradeStrategy	m5	U-Mart-kit	標準エージェント	1,111,777,000
3 位	T19-DayTradeStrategy	m19	U-Mart-kit	標準エージェント	1,109,821,000
4 位	Irie	m24	出口研・安部チーム	東京工業大学	1,087,145,000
5 位	T20-DayTradeStrategy	m20	U-Mart-kit	標準エージェント	1,081,898,000
6 位	阿部	m43	中央大	中央大学	1,076,467,000

成績：マシン

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名	CASH (円)
1 位	Kitakubo1	m26	出口研・北窪チーム	東京工業大学	1,627,966,000
2 位	Irie	m24	出口研・安部チーム	東京工業大学	1,087,145,000
3 位	Ayaki	m21	立命館大	立命館大学	1,051,744,000
4 位	Kitakubo2	m27	出口研・北窪チーム	東京工業大学	1,041,098,000
5 位	Kitakubo0	m25	出口研・北窪チーム	東京工業大学	1,041,007,000

成績：ヒューマン

順位	人名	メンバー ID	チーム名	大学名	CASH (円)
1 位	阿部	m43	中央大	中央大学	1,076,467,000
2 位	山中	m35	立命館大	立命館大学	1,065,835,000
3 位	中田	m47	中央大	中央大学	1,030,137,000
4 位	原田	m48	中央大	中央大学	1,026,038,000
5 位	本木	m49	日本学術会議	日本学術会議	1,021,310,000

U-Mart2003 の実験でわかったこと

◆特別賞

立命館大学：福森さん。生き残った中でのブービー賞
「売りエスカレーション失敗??」
ショートポジション作成→益出しを繰り返していた人
途中まではかなり儲かっていた・・・
徐々に一度の取引単位をアップ→暴落に巻き込まれる

◆稼いでいた人の特徴

- ・注文履歴を丁寧に見る人
- ・自分の約定を細かくチェックする人
- ・少ない注文数で、確実に利益を上げる人

U-Mart2003 の結果



【破産したエージェント】

ヒューマン 3/18 (17%)

マシン 1/10 (10%)

合計 4/28 (14%)

実験風景



U-Mart2004

概要

- 日付 2004 年 10 月 2 日
- 会場 東京工業大学&大阪市立大学
進化経済学会オートムカンファレンス
のイベントとして開催
- 参加者 マシン・エージェント 5 エージェント
ヒューマン・エージェント 30 エージェント
- 参加形態 マシン・エージェント
& ヒューマン・エージェント

1 回目のルール

- ① 一日のセッション数 2 回
- ② 立会時間 30 秒
- ③ 取引日数 20 日
- ④ 全セッション数 40 回

2 回目のルール

- ① 一日のセッション数 90 回
- ② 立会時間 1 秒
- ③ 取引日数 20 日
- ④ 全セッション数 1800 回

参加者名簿 (ヒューマン)

チーム名	メンバー ID	人名
中央大学	h1 ~ h15	高田・講神・二串・小林・大塚・千葉・新城・阿部・柳生 (板井・金見・赤崎・前山・瀬川・神尾) (篠原・小山・鎌田・田平・大迫・中村)
近畿大学	h16 ~ h20	池田・松浦・山本・朝比奈・野口
大阪市立大学	h26 ~ h28	中島・植木・森本

大会の特色

今後のヒューマン実験に生かす為、これまでのルールを変更しセッション間の時間間隔や、一日のセッション回数を2種類用意した。また、インターネットを利用して初めての2地点実施を行った。



参加者名簿 (マシン)

チーム名	メンバー ID	エージェント名
近畿大学	h31	MarketMaker
近畿大学	h32	TaniguchiSeminar
近畿大学	h33	TaniguchiSeminar2
近畿大学	h34	TaniguchiSeminar3
近畿大学	h35	TaniguchiSeminar4

実験風景



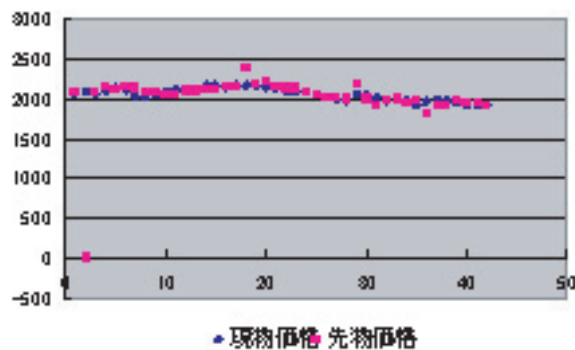
1 回目の成績：総合（マシン＆ヒューマン）

順位	人名	メンバー ID	チーム名	CASH（円）
1 位	松浦	h17	近畿大学	1,683,575,000
2 位	神尾	h15	中央大学	1,146,053,000
3 位	中島	h26	大阪市立大学	1,117,262,000
4 位	千葉	h7	中央大学	1,047,100,000
5 位	金見	h11	中央大学	1,035,990,000

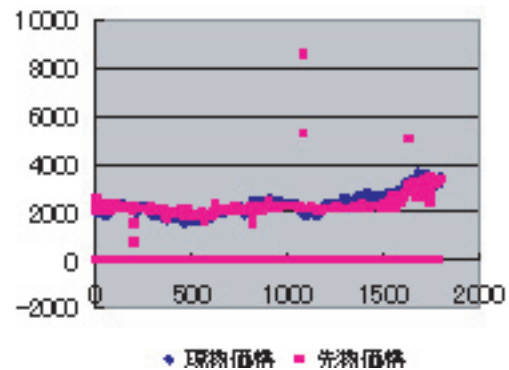
2 回目の成績：総合（マシン＆ヒューマン）

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	CASH（円）
1 位	山本	h18	近畿大学	3,968,359,000
2 位	TaniguchiSeminar2	h33	近畿大学	3,426,796,000
3 位	TaniguchiSeminar	h32	近畿大学	3,088,683,000
4 位	TaniguchiSeminar3	h34	近畿大学	2,918,254,000
5 位	野口	h20	近畿大学	2,559,112,000

U-Mart2004 1 回目の結果



U-Mart2004 2 回目の結果



U-Mart2004 の実験でわかったこと

1 セッション 30 秒かけると、ヒューマン・エージェントはじっくりと戦略を練る事が出来る為か、概ね良い成績を収めた。しかしながら、毎秒ごとに取引が行われるザラ場に近い条件で取引を行った所、その速度に対応出来るマシン・エージェントが活躍した。

また、ルール 1 の時はヒューマン・エージェントの破産は 2 名だったのに対し、ルール 2 では 11 名も破産するなどヒューマン・エージェントには厳しい戦いを強いられた。この大会では、優勝を目指すエージェントの他に、市場に流動性を与えるマーケット・メーカーも参加し確実に利益が得られるかどうかを確認した。マーケット・メーカーはルール 1 でもルール 2 でも期間を通じてコンスタントに利益を上げる事が出来た。

U-Mart2005

概要

- 日付 2005 年 9 月 12 日
- 会場 京都大学
社会情報学フェアの
イベントとして開催
- 参加者 マシン・エージェント 30 エージェント
ヒューマン・エージェント
1 回目: 29 エージェント
2 回目: 26 エージェント
- 参加形態 マシン・エージェント
& ヒューマン・エージェント

大会の特色

U-Mart2005 のヒューマン・エージェント参加者をみると、例年出場している中央大学と近畿大学の学生諸氏が 2/3、その他の研究室などからの応募者が 1/3 程度の割合であった。京都新聞に掲載された案内を見た「プロの相場師」も参加した。また、今大会ではマシン・エージェントを公募して行われる UMIE2005 と共催し、国際大会に応募されたマシン・エージェントも全員参加した。

80%以上の参加者が経験者であった事もあり価格変動は穏やかであった。しかし、背後では 168 回にも及ぶ注文を出したヒューマン・エージェントもあり、熾烈な戦いが繰り広げられていた。

1 回目のルール

- ① 一日のセッション数 3 回
- ② 立会時間 20 秒
- ③ 取引日数 30 日
- ④ 全セッション数 90 回

2 回目のルール

- ① 一日のセッション数 8 回
- ② 立会時間 10 秒
- ③ 取引日数 24 日
- ④ 全セッション数 192 回

参加者名簿 (マシン)

メンバー ID	チーム名	所属	エージェント No.
1 ~ 5	OCU-Nakajima	大阪市立大学大学院	T01 シリーズ
6・7	Team titeCHuo	東京工業大学・中央大学	T02 シリーズ
8 ~ 10	Kyoto University,Pocket Seminar Kita 2005	京都大学	T03 シリーズ
11 ~ 13	Kinki University	近畿大学	T04 シリーズ
14 ~ 25	ホボメガネ	静岡大学	T05 シリーズ
26 ~ 30	中央大学	中央大学	T06 シリーズ

参加者名簿 (ヒューマン)

メンバー ID	チーム名	所属	人名
1 ~ 11	中央大学	中央大学商学部	赤崎・板井・大迫・金見・瀬戸・篠原・ 瀬川・田平・中村・村上・山崎
12 ~ 14	近畿大学	近畿大学経済学部	上田・上西・梶原
16 ~ 19	ホボメガネ	静岡大学情報学部	佐藤・梅田・阪根・金澤
20	今日も右往左往だ山師君	会社員	龍田
h1		京都大学情報学研究科	鳥居
h2			高木
h3・h4・h6		京都大学情報学研究科	松田・村上・松本
h5			大野
h8		東京工業大学 総合理工学研究科	佐々木
h12 ~ 15・h18			

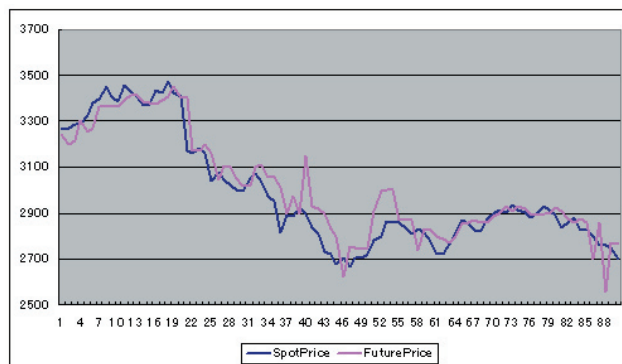
1 回目の成績：総合（マシン&ヒューマン）

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	所属	CASH（円）
1 位	佐々木	h8		東京工業大学	1,986,474,000
2 位	上田		近畿大学谷口ゼミ	近畿大学	1,603,156,000
3 位	T06_Nakamura_spreadStrategy	27	中央大学	中央大学	1,292,246,000
4 位	梶原		近畿大学谷口ゼミ	近畿大学	1,237,180,000
5 位	瀬川		中央大学	中央大学	1,147,133,000

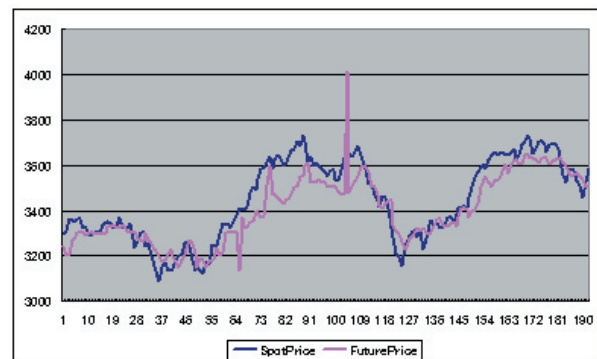
2 回目の成績：総合（マシン&ヒューマン）

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	所属	CASH（円）
1 位	T06_Nakamura_spreadStrategy	27	中央大学	中央大学	2,840,995,000
2 位	T04_TestStrategy	11	Kinki University	近畿大学	1,433,484,000
3 位	T04_TestStrategy3	13	Kinki University	近畿大学	1,423,468,000
4 位	T04_TestStrategy2	12	Kinki University	近畿大学	1,422,139,000
5 位	佐々木	h8		東京工業大学	1,406,772,000

U-Mart2005 1 回目の結果



U-Mart2005 2 回目の結果



UMIE2002

概要

- 日付 2002 年 6 月 22 日
- 会場 カーネギーメロン大学（米）国際会議
CASOS2003 のデモセッションとして開催
- 参加者 11 チーム・48 エージェント
- 参加形態 マシン・エージェント

大会のコメント

初めての国際大会であった。加速実験を前提に、エージェントの組み合わせ、時系列、評価基準を変え、本格的に実験を設計した。大学や大学院のプログラム演習課題として作成されたエージェントの応募が多数あったほか、意思決定支援システムの開発を行っている研究グループが評価の為に参加するなど、公開実験が社会的な広がりをみせた。参加エージェントの質も高く、良くチューニングされていて、ランダム・エージェントが活躍できなくなった。ログ解析も本格的に行われるようになり、時系列の違いが各エージェントの順位に与える影響などが測定された。

参加者名簿

チーム名	大学名	エージェント名	特徴
Polynch	香港工業大学	TestStrategy	・先物価格の移動平均を利用したテクニカル・エージェント ・長短 2 種類の移動平均を計算し、両方とも上回った（下回った）時に買う（売る）
Dead Weight Loss	函館未来大学	MUCCHAN01 ～ 05	・現物価格の過去 4 回分の短期的なトレンドを利用した売買を行うエージェント ・トレンドの傾きなど、パラメータによって 10 種類のエージェントが参加した。
大阪産業大学 - 谷口	大阪産業大学	Hiro510・MK2Strategy MKStrategy・OsuTani01 ～ 05・monkey・monkey2	・過去数回の現物価格と先物価格の関係で売買を行うエージェントや、現物価格や先物価格の時系列を利用したテクニカル分析（ストキャスティック）など、3 人の作者による数種類のエージェントがエントリーした。
GSSM Tsukuba	筑波大学	GA1 ～ 2・Psychological MoveAverage・Trickstar	・移動平均線やサイコロジカルラインなど先物価格を利用したエージェント、現物と先物の価格差を利用したエージェント、短期トレンドと中期トレンドの間から、ジェネティク・アルゴリズムを利用して予想した価格を元に投資するエージェントが参加した。
Yuasa-lab. U-Tokyo	東京大学	Psi20837_3・Psi20859_3 Psi20878_3	・学部講義の課題として作成されたエージェントの選抜チーム。現先スプレッドを利用したエージェント、最小二乗法による現物価格のトレンドによって売買を判断するエージェント、移動平均法を利用したエージェントからなる。
IE-OPU	大阪府立大学	FuzzyAgentA・FuzzyAgentB	・Fuzzy ルールベースやニューラルネットワークを利用した、オンライン学習型エージェント。意思決定支援システムを開発している研究グループがベンチマークとして、この大会にエントリーした。
Deguchi-Lab.TIT	東京工業大学	畠山エージェント・嵐山	・移動平均を利用するエージェントと、最初の価格との比較で売買するエージェント。
Aruka-Lab.CU	中央大学	Agent A ～ D	・裁定取引とウイリアムの % R を利用したエージェント。パラメータの違いや戦略の組み合わせによって 4 種類のエージェント。
OCU	大阪市立大学	Baba・Kanai・Kaubakka	・3 名が各 1 エージェントずつ作成した。裁定取引を行うエージェント、10 回毎に売買を繰り返すエージェント、ドルコスト平均法を利用したエージェントが参加した。
Stocks_&_Finance 研究	大阪経済法科大学	F_S_saeki・Hensachy	・移動平均からの乖離率を利用したエージェントと現先スプレッドを利用した裁定型エージェントが参加した。
U-T	徳島大学	Abe6・Hamaguchi Mizuguchi・Nakahashi	・5 名の作者が各 1 体のエージェントを作成した。過去の現物価格と先物価格の値上がり／値下がりパターンを利用したエージェントや移動平均を利用したエージェントが参加した。

成績：総合 パレート順位

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位 (Ex1.Ex2.Ex3 で 1 位)	Psi20878_2	m29	Yuasa-lab. U-Tokyo	東京大学
1 位 (Ex1.Ex2.Ex3 で 1 位)	FuzzyAgentB	m31	IE-OPU	大阪府立大学
3 位 (Ex1.Ex2 で 1 位 Ex3 で 2 位)	FuzzyAgentA	m30	IE-OPU	大阪府立大学
3 位 (Ex1 で 2 位 EX2,Ex3 で 1 位)	F_S_saeki	m42	Stocks_&_Finance 研究	大阪経済法科大学

各エージェントの順位一覧表

実験：Ex1.Ex2,Ex 3 の計 3 種

時系列：上昇 (ASC), 下降 (DES), 振動 (OSC), 反転 (REV) の 4 種 + 全時系列 (ALL) の計 5 種

Pareto Rank											
参加エージェント						Ex1					Ex2
時系列	ALL	ASC	DES	OSC	REV	ALL	ASC	DES	OSC	REV	ALL
TO1_TestStrategy	1	1	4	1	10	2	3	23	4	19	3
TO2_KK_B00	1	1	1	1	1	2	13	4	9	3	2
TO2_KK_B05	1	1	1	1	1	3	10	5	8	4	2
TO2_KK_B10	1	1	1	1	1	2	9	6	7	4	3

実験間の相関
(内部状態の影響)
対戦相手が異なる事で、
順位がどの程度変わる
のか？

時系列間の相関
(外部環境の影響)
相場環境が異なる事で、
順位がどの程度変わる
のか？

結果

	Ex2	Ex3
Ex1	0.66	0.69
Ex2		0.84

強いエージェントは、
誰と対戦しても強い！

	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.24	-0.10	0.37
Descent		0.56	0.25
Oscilation			0.11

エージェントによって得意な
時系と不得意な時系列がある

correlate 1% levels of significance
correlate 5% levels of significance

UMIE2002 の実験でわかったこと

◆参加エージェントの（技術的）水準は向上

- ・参加エージェントは標準的なエージェントよりは強い

◆Pre U-Mart 2000 や U-Mart 2001 より高度

- ・より複雑なアルゴリズムの採用

◆開発キットの制約された条件下での、オンライン学習型エージェントの登場

- ・m30 (FuzzyAgentA) m31 (FuzzyAgentB) のファジィオンライン学習型エージェントが、様々な状況の中で常に良い結果 (パレート順位で 1 位)

◆破産処理・対策をとっている

- ・標準エージェントに実装していたものを参考により高度なポジション管理を行なうものも登場

◆圧倒的に（総合的に）強いエージェントは存在しない

- ・勝者は、エージェントの組み合わせや時系列に依存する

◆オーバーラーニングの発生

- ・ニューラルネットワーク学習型エージェントは、配布した J30 データでは圧倒的に強いが、他の時系列では破産した

UMIE2003

概要

- 日付 2003 年 6 月 24 日
- 会場 NAACSOS2003 の関連イベントとして開催
- 参加者 7 チーム・18 エージェント
 - ◆ 公募したマシン・エージェントによるコンペティション
 - ◆ 工学:経済学系= 4:7
- 参加形態 マシン・エージェント

大会のコメント

実験系が明確になり、エージェント開発環境や前年の UMIE2002 に参加したエージェントの分析が進んだことで「良く作りこまれた」エージェントが参加した、「少数精鋭」からなる大会となった。これまでの実験結果を反映して、「短期トレンド」に着目した「オンライン学習」機能を備えたエージェントが優勝した。また、UMIE2002 に参加したエージェントが、上昇/下降という中期トレンドの違いによって大幅に成績が変わったのに対し、UMIE2003 に参加したエージェントはトレンド変化に対応できるか否かによって区別されるようになった。

参加者名簿 (マシン)

チーム名	大学名	エージェント名	特徴
大阪経済法科大学 財テク研究会	大阪経済法科大学	CrossStrategy NaminoriStrategy DsStrategy	・先物価格の移動平均からの乖離率に従って、売り買い/注文数量を調整するエージェントや現物—先物スプレッドを利用した裁定取引型エージェント、先物価格と現物価格が交差したときに注文を出すエージェントが参加した。
Deglab Team	東京工業大学	ClassifierAgent	・裁定取引、移動平均、先物のトレンド、現物トレンドを利用した4つの戦略の中から、最適な戦略を利用して投資するエージェントが参加した。UMIE2002 で活躍した短期の価格変動とオンライン学習型エージェントを参考に作成したエージェントが参加した。
Osaka-city-uni-hk	大阪市立大学	裁定取引 ナンピン買い 拡張裁定取引 拡張ナンピン買い 拡張ナンピン買い2	・裁定取引、ドルコスト平均法を利用したエージェント、パラメータや、最初のポジションの持ち方などのバリエーションで5エージェントが参加した。
Chuo University	中央大学	CK_R10・CK_R20 CK_R30・CK_R40 CK_R50	・裁定型エージェント。現物価格の移動平均の周りで指値を決定し、現物—先物スプレッドを利用して注文数量を決定する。移動平均の期間の違いによって、5種類のエージェントが参加した。
OCU_Nakajima	大阪市立大学	PriceMaker Transaction	・仕手戦を行うエージェントと、同じ価格で大量の売り注文と買い注文を同時に出すエージェントが参加した。
TN	京都大学	SimpleProgram	・裁定型エージェントが参加した。
syn-1only	立命館大学	syn	・過去3回分の現物価格と先物価格を比較し、スプレッド幅が広がっている時に注文を出すエージェントが参加した。

成績：総合 パレート順位

パレート順位で1位のエージェント:14(17%)

全ての評価基準で1位のエージェント:8(44%)

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1位 (Ex1,Ex2,Ex3 で1位)	ClassifierAgent	m4	Degulab チーム	東京工業大学
1位 (Ex1,Ex2,Ex3 で1位)	Strategy4	m7	Osaka-city-uni-hk	大阪市立大学
3位 (Ex1,Ex3 で1位,Ex2 で2位)	Strategy1	m5	Osaka-city-uni-hk	大阪市立大学
3位 (Ex1,Ex3 で1位,Ex2 で2位)	Strategy6	m9	Osaka-city-uni-hk	大阪市立大学
3位 (Ex1,Ex2 で1位,Ex3 で2位)	Transaction	m16	OCU_Nakajima	大阪市立大学

UMIE2002 と同様に、実験間と時系列間の順位相関を調べてみると・・・

実験間の相関
(内部状態の影響)
対戦相手が異なる事で、
順位がどの程度変わる
のか？

	Ex2	Ex3
Ex1	0.31	0.57
Ex2		0.33

時系列間の相関
(外部環境の影響)
相場環境が異なる事で、
順位がどの程度変わる
のか？

	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.81	-0.74	0.24
Descent		0.68	-0.20
Oscilation			-0.32

UMIE2002 との違いを見てみると、

1) 実験間の相関が無くなった

対戦相手によって、結果が大きく異なるようになった

UMIE2002		
	Ex2	Ex3
Ex1	0.66	0.69
Ex2		0.84



UMIE2003		
	Ex2	Ex3
Ex1	0.31	0.57
Ex2		0.33

2) 得意／不得意な時系列の中身が変わった

昨年は上昇／下降がメインだったが今年はトレンド変化の有無の影響が大きい

UMIE2002			
	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.24	-0.10	0.37
Descent		0.56	0.25
Oscilation			0.11



UMIE2003			
	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.81	-0.74	0.24
Descent		0.68	-0.20
Oscilation			-0.32

UMIE2003 の実験でわかったこと

参加 18 エージェントの中で、10 エージェントが裁定取引を行うエージェントであった。また、優勝した ClassifierAgent 以外は全てテクニカルエージェントであった。また、今回初めて、自分で価格を動かす「仕手系」のエージェント (PriceMaker) が参加した。Ex2 と Ex3 の実験間で、順位相関が 0.33 と極めて低かったのは、仕手系エージェントや ClassifierAgent の有無、そして裁定取引型エージェントの参加比率によって相場環境が大きく異なったためであると考えられる。実際、Ex1、Ex2 では破産したエージェントは PriceMaker のみであったのに、Ex3 では、破産したことがあるエージェントの数は 4 に増えた。裁定取引型エージェントが概ね良い成績を修めた。1 位から 3 位までが裁定取引型エージェントであった。また、Ex1、Ex2、Ex3 の平均順位を調べたところ、裁定型エージェントの強さは、平均利得と利得を得た回数にあることが分かった。

UMIE2004

概要

- 日付 2004 年 5 月 29 日
- 会場 AESCS04' のイベントとして開催
(京都大学 京大会館)
- 参加者 12 チーム・36 エージェント
- 参加形態 マシン・エージェント

大会のコメント

大阪府立大学や近畿大学、立命館大学などから新しいチームが参加した。優秀な成績を収めたエージェントは、UMIE2002 で優勝した FuzzyB、UMIE2003 で優勝した Classifier エージェントに加えて、強化学習を使った TriDiceP とニューラルネットを使った NN 2 などの人工知能技術を利用したオンライン学習型のものであった。伝統的なテクニカル型エージェントとしては裁定取引を行った KInvestor-25 が優秀な成績を収めた。学習アルゴリズムやテクニカル分析によるエージェントは、これまでにほぼ全て出尽くした感もあり、また、上位の顔ぶれも固定しつつあるため、何らかのブレークスルーが必要となっている。

参加者名簿 (マシン)

チーム名	大学名	エージェント名	特徴
OCUNakajima	大阪市立大学経済学部	Transaction	市場外取引をシュミレートしたエージェント
Kinki University A Team	近畿大学経済学部	KinkiAsahina KinkiIkeda KinkiNakaji	過去数回分の現物価格と先物価格から推定した短期的トレンドや、現物価格と先物価格の乖離幅によって売買を判断するエージェント。近畿大学生3名がエントリーした。
Kinki University B Team	近畿大学経済学部	KinkiMasa01 KinkiMasa02 KinkiMasa03 KinkiMasa04	過去数回分の現物価格と先物価格から推定した短期的トレンドや、現物価格と先物価格の乖離幅、4 回移動平均を利用して売買を判断するエージェント。近畿大学生山本君が開発したエージェント。
Kinki University C Team	近畿大学経済学部	KinkiNg001 KinkiNg002 KinkiNg003 KinkiNg004	過去数回分の先物価格と現物価格の位置関係によって売買を判断するエージェント。近畿大学の野口君が開発した。
OsakaCityUnivercity Room419	大阪市立大学	BreakOut LastSpreadHunter MovingAgerageIntersect	新値更新時に売買するエージェント、最終売買日にのみ投資するエージェント、長期と短期の移動平均を使って投資するエージェントの3つをエントリーした。大阪市立大学の森本君が開発したエージェント。
M.Kojima	立命館大学	TriDice2 TriDiceP TriDiceR Zcrossover	強化学習を使って価格変動の近似式を求めて投資するエージェントと、その派生版を2エージェント、そして長期と短期の荷重移動平均を使ってトレンド推計をするエージェントを1つの計4エージェント。
TCIT	東京工業大学	RandomLossCutStrategy MovinAverageStrategy	ランダムに売買するエージェントと短期と長期の移動平均を利用したエージェント。東京工業大学の石山君と金子君が開発した。
kamlab	立命館大学	AR AR_NN NN NN2	AR のパラメータ推計によって投資するエージェントと、ニューラルネットを使って将来価格を予想するエージェントとその改良版、AR とニューラルネットの両方の戦略を使うエージェントの計4エージェントが出場した。
OPUshu	大阪府立大学	OPUFuzzyStrategyA OPUFuzzyStrategyB OPUPositionControlStrategy OPUSteadyStrategy OPUallProbabilityStrategy	2002 年以来、優秀な成績を収め続けているチーム。例年活躍している FuzzyA と FuzzyB を中心に、その改良版や特定の確率分布でランダムに売買判断を行うエージェントが出場した。
negative trader	大阪市立大学	activeRSI	RSI を使って売買するエージェント。
Osaka University of Economics and law	大阪経済法科大学	KInvestor-20 KInvestor-25 Kinvestor-8	裁定取引を行うエージェント。エージェントによって注文数量が異なる。
team tar	東京工業大学	UMIE2003Winner ClassifireAgent2	昨年活躍優勝したエージェントとその改良版。4 種類の投資戦略の中から、最適のものを選択する。

成績：総合 パレート順位

順位	エージェント名	メンバー ID	チーム名	大学名
1 位 (Ex1,Ex2,Ex3 で 1 位)	TriDiceP	m17	M .kojima	立命館大学
1 位 (")	NN2	m25	kamlab	立命館大学
1 位 (")	OPUFuzzyStrategyB	m27	OPUshu	大阪府立大学
1 位 (")	KInvestor-25	m33	Osaka University of Economics and law	大阪経済法科大学
1 位 (")	ClassifireAgent2	m36	team tar	東京工業大学
6 位 (Ex1,Ex 2 で 1 位 Ex3 で 2 位)	KinkiNg001	m9	Kinki University C Team	近畿大学経済学部

UMIE2003 と同様に、実験間と時系列間の順位相関を調べてみると・・・

実験間の相関
(内部状態の影響)
対戦相手が異なる事で、
順位がどの程度変わる
のか？

UMIE2004		
	Ex2	Ex3
Ex1	0.77	0.83
Ex2		0.92



時系列間の相関
(外部閑居の影響)
相場環境が異なる事で、
順位がどの程度変わる
のか？

	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.29	-0.35	0.27
Descent		0.67	0.22
Oscilation			0.35

UMIE2003 との違いを見てみると、

1) 実験間の相関が無くなった

対戦相手によって、結果が大きく異なるようになった

UMIE2003		
	Ex2	Ex3
Ex1	0.31	0.57
Ex2		0.33



UMIE2004		
	Ex2	Ex3
Ex1	0.77	0.83
Ex2		0.92

2) 得意／不得意な時系列の中身が変わった

昨年は上昇／下降がメインだったが今年はトレンド変化の有無の影響が大きい

	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.81	-0.74	0.24
Descent		0.68	-0.20
Oscilation			-0.32



	Descent	Oscilation	Reversal
Ascent	-0.29	-0.35	0.27
Descent		0.67	0.22
Oscilation			0.35

UMIE2004 の実験でわかったこと

◆順位相関の結果は、概ね UMIE2002 の時に戻った。

実験間の相関をみると、どの組み合わせでも相関が強く、「強いエージェントは、誰と戦っても強い」という結果になった。また、エージェントが得意な時系列については、下落と振動の間に相関が見られたもののそれ以外は、それほど特徴的ではなかった。

UMIE2005

概要

- 日付 2005 年 9 月 12 日
- 会場 社会情報学フェア のイベントとして開催
(京都大学)
- 参加者 6 チーム・30 エージェント
- 参加形態 マシン・エージェント

大会のコメント

今年は、ヒューマンエージェントの公開実験 U-Mart2005 との共同開催であった。加速実験用のバッチ処理システムやパレート順位などのツールも再開発され、この大会から全てのツールが U-Mart システムバージョンⅡで統一された。理工学系と経済学系が各々 3 チームの 6 チーム、合計 30 エージェントが参加した。優勝は伝統的なテクニカル分析を使ったエージェントであり、UMIE2005 で良い成績を収めたエージェントは、U-Mart2005 でも概ね良い成績であった。

Ex1 から Ex3 を通して破産するエージェントは居なかった。しかし Ex1 で全ての項目で 1 位となったエージェント数が 3、パレート順位で 1 位だったエージェント数が 11 と、やや事前のチューニングが不足していたようである。また、昨年まで活躍した人工知能系のエージェントの参加が少なかった。

大会後来年度を視野にした新しい計画について報告があった。現在開発中のザラ場版 U-Mart のデモ、「薄い板の市場におけるマーケットメーカーの役割」をテーマにした新しいリーグ開催の計画などが発表された。

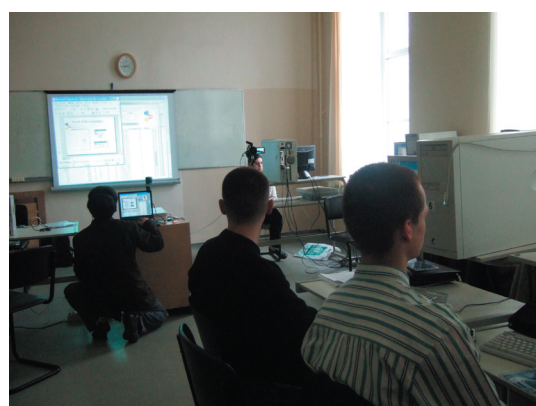
参加者名簿 (マシン)

ID	チーム名	大学名	エージェント名	特徴
T01	OCUNakajima	大阪市立大学	MarketMakerStrategy_MM1 MarketMakerStrategy_MM2 MarketMakerStrategy_MM3 MarketMakerStrategy_MR MarketMakerStrategy_RR	・3 種類のマーケット・メーカー型エージェントと、その比較実験用のランダム・エージェント 2 種類の合計 5 種類のエージェントからなる。 ・全てのセッションで買い注文と売り注文を 1 枚ずつ出して市場に流動性を与える。自分のポジションを見て上昇局面、下降局面を判断しスプレッドを調整する。
T02	Team titeCHuo	東京工業大学・中央大学	Trend_fuzzyStrategy Trend_swiftStrategy	・3 名の開発者が共同し 2 種類のエージェントを開発した。ここ数年活躍している Fuzzy エージェントを改良し、ポジション管理を強力にしたエージェント。そして大きなトレンドをつかんで大きなポジションを持ち、トレンドが消えた所でポジションを解消するエージェントの 2 つがエントリーした。
T03	Kyoto University, Pocket Seminar Kita 2005	京都大学	A0027279aStrategy A0027544kStrategy A0027757aStrategy	・京都大学の演習型講義の中で開発されたエージェント。各々別々の作者によると思われる。独自の指標により過去の価格との乖離や現先の乖離などから逆バリの的に売買するエージェント、疑似裁定型エージェント、独自の計算方法により乖離による逆バリの投資方法と短期トレンドによる順バリの要素を組み合わせたエージェントの 3 つがエントリーした。
T04	Kinki University	近畿大学	TestStrategy TestStrategy2 TestStrategy3	・近畿大学で開発されたエージェント。 ・短期の先物価格の移動平均乖離率が非常に大きいときは、それを利用して売買を行う。通常時は短期の現物価格の移動平均乖離率と先物価格の移動平均乖離率を比較して乖離率が大きい方の価格を利用して売買を判断する。売買判断を行う移動平均乖離率への閾値の違いによって 3 種類のエージェントが作成しエントリーした。

T05	ホボメガネ	静岡大学	FireModoki3Strategy FireModoki4Strategy FireModoki5Strategy FirstLogisticStrategy FMACDStrategy FMACDStrategy0 FMACDStrategy2 IMACDStrategy MACDStrategy MACDStrategy02 Psycho4Strategy SecondLogisticStrategy	<ul style="list-style-type: none"> ・静岡大学から始めて応募したチーム。 ・エージェントの行動と先物価格と現物価格をコード化し、バケツリレーアルゴリズムによって行動と入力をマッチングさせるエージェントとその改良版の計3エージェント。先物価格の値動きをロジスティック曲線で近似して売買判断を行うエージェントとその改良版の計2エージェント。伝統的なテクニカル分析であるMACDを利用したエージェント6種類。そしてサイコロジカルラインを利用したエージェント。色々な工夫を凝らした合計12エージェントがエントリーした。
T06	中央大学	中央大学	Murakami_spreadStrategy Nakamura_spreadStrategy Osako_pivotStrategy Shinohara_WmaRsiStrategy Tabira_bolingerStrategy	<ul style="list-style-type: none"> ・中央大学の学生5名が、一人1エージェントずつ作成した。 ・現物と先物の乖離幅に従って、注文枚数を階段状に増やして注文を出すエージェント。同様に現先スプレッドに応じた裁定取引型の注文と暴騰暴落時に備えた注文を出すエージェント。ピボットを使って売買するエージェント。WMAとRSIの両方を組み合わせて注文を出すエージェント。ボリンジャーバンドを使って売買するエージェントという伝統的なテクニカルエージェントを応用し独自の戦略にしたエージェントを開発し、エントリーした。

成績：総合 パレート順位

順位	エージェント名	ID	チーム名	大学名
1位 (Ex1,Ex2,Ex3 で1位)	Nakamura_spreadStrategy	T06	中央大学	中央大学
1位 (")	Trend_swiftStrategy	T02	Team titeCHuo	東京工業大学・ 中央大学
1位 (")	Osako_pivotStrategy	T06	中央大学	中央大学
4位 (Ex1,Ex2 で1位 Ex3 で4位)	Shinohara_WmaRsiStrategy	T06	中央大学	中央大学
5位 (Ex1 で1位 Ex2 で5位 EX3 で4位)	Trend_fuzzyStrategy	T02	Team titeCHuo	東京工業大学・ 中央大学
5位 (Ex1 で1位 Ex2 で5位 EX3 で4位)	A0027544kStrategy	T03	Kyoto University, Pocket Seminar Kita 2005	京都大学
5位 (Ex1 で1位 Ex2 で5位 EX3 で4位)	Murakami_spreadStrategy	T06	中央大学	中央大学



今後の展望

U-Mart 研究は、これまで（１）研究ツールの開発、（２）工学、（３）経済学の３つの側面で発展してきました。詳しい説明は省きますが、それぞれ多様な内容を含んでいます。

まず、（１）研究ツールの開発では、本体の U-Mart システム開発があります。これは

- 1.1 共通テストベッドを開発・提供する。
- 1.2 人工市場の研究
- 1.3 工学と経済学の研究（文理融合研究）
- 1.4 イベント駆動型研究

といった意義と研究側面をもっていました。

次に（２）の工学（詳しくはコンピュータ工学）への寄与では、次のような研究機会・研究対象を提供してきました。

- 2.1 人工市場への人工知能の適用・開発
- 2.2 逆シミュレーション
- 2.3 ゲーミングによる学習と研究
- 2.4 システム開発の教育
- 2.5 リサーチ・ニーズに対応するアジャイル・プログラミング

最後に（３）の経済学への寄与。これが U-Mart 研究の究極的な目標です。工学面での成果に比べて、経済学的な研究は大部分は今後の課題ですが、すでに次のような成果が得られています。

- 3.1 人工市場による市場理解の進展
- 3.2 金融市場教育への新しい学習機会の創出
- 3.3 実験経済学研究へ新しい環境を提供
- 3.4 薄い市場の研究開始

薄い市場の研究は、従来の均衡論では話題にも挙がらなかった研究主題です。U-Mart は適切な複雑さをもった市場環境を提供することにより、実験経済学研究にも新しい可能性を切り拓きました。

このような実績と研究経過を踏まえて、U-Mart プロジェクトでは、今後の展開方向として以下のような課題が展望されています。これらは、もちろん示唆的なものです。具体的には、研究の発展段階に応じて、個々の研究者がそれぞれの課題を発見して進めるべきものです。しかし、全体として次のような大きな方向があるとわれわれは考えています。

UnReal Market as an

1. 研究方法／第3の科学研究法の開発

- ・理論・実験に続く第3の研究方法としての「シミュレーション」を科学の方法として確立すること。

2. 工学／社会研究・社会問題解決への工学的アプローチの確立

- ・制度デザインの事前実験を可能にする。
- ・そのための大規模社会シミュレーションを技術的に可能にする。

3. 経済学／第3世代の経済学

- ・散文的方法・数学的方法を補完する第3世代の経済学としてエージェント・ベースのシミュレーション (A B S) による研究方法を確立する。

- ・薄い市場など市場のマイクロストラクチャーを主題として研究し、制度設計への基礎を提供する。

4. 新しい教育方法／次世代研究者の養成

- ・大規模システムの開発技術者の養成教育を確立し、次世代の A B S 研究者を輩出させる。

文責：塩沢 由典

— U-Mart Project Member —

Project Leader：塩沢 由典 (大阪市立大学)

寺野 隆雄 (東京工業大学)

出口 弘 (東京工業大学)

生天目 章 (防衛大学校)

喜多 一 (京都大学)

谷口 和久 (近畿大学)

松井 啓之 (京都大学)

橋本 文彦 (大阪市立大学)

小野 功 (東京工業大学)

佐藤 浩 (防衛大学校)

森 直樹 (大阪府立大学)

中島 義裕 (大阪市立大学)

小山 友介 (東京工業大学)

Artificial Research Testbed

論文リスト

学会誌等

福本力也, 喜多一: “目的遺伝的アルゴリズムを用いた人工市場研究のための取引エージェントの構成”, シミュレーション学会誌, 21, 2, 154-161, 2002.

谷口和久: “ヒューマン・エージェントによる U-Mart 実験事例報告”, 大阪産業大学経済論集, 4 巻, 2 号, 85-104, 2003.

Y.Shiozawa: “Evolutionary Economics in the 21st Century: A Manifest”, Evolutionary and Institutional Economics Review, 1, 1, pp.5-47, 2004.

中島義裕, 松井啓之: “U-Mart プロジェクトの概要”, 計測と制御, 43, 12, 2005.

喜多一, 谷口和久, 小野功, 松井啓之: “人工市場プロジェクト U-Mart の教育活動”, システム / 制御 / 情報, 49, 7, 19-24, 2005.

谷口和久: “ヒューマンによる仮想先物市場実験 - U-Mart 実験報告”, 生体経済論叢, 3, 1, 17-31, 2005.

塩沢由典: “ロボット産業育成で考えるべきこと”, 都市問題研究, 57, 9, 21-33, 2005.

喜多一, 谷口和久, 小野功, 松井啓之: “人工市場プロジェクト U-Mart の教育活動”, システム / 制御 / 情報, 49, 7, 2005.

H.Sato, Y.Koyama, K.Kurumatani, Y.Shiozawa, and H.Deguchi: “U-Mart: A Test Bed for Interdisciplinary Research in Agent Based Artificial Market”, Evolutionary Controversies in Economics, 179-190, 2001.

Yorikazu Takao, Isao Ono, Norihiko Ono: “Constructing Approximation Models Based on Agent-Based Simulations by Genetic Algorithms”, Proceedings of Fourth International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, 231-235, 2001.

T.Terano, Y.Shiozawa, H.Deguchi, H.Kita, H.Matsui, H.Sato, and I.Ono: “U-Mart: An Artificial Market to Bridge the Studies on Economics and Multi-agent Systems”, Proceedings of Fourth Pacific Rim International Workshop on Multi-agents, 371-385, 2001.

H.Matsui, I.Ono, H.Sato, H.Deguchi, T.Terano, H.Kita, and Y.Shiozawa: “Learning Economics Principles from the Bottom by both Human and Software Agents-Outline of U-Mart Project”, -Proceedings of CASOS 2001 International Conference, 97-99, 2001.

H.Sato, H.Matsui, I.Ono, H.Kita, and T.Terano: “U-Mart Project: Learning Economic Principles from the Bottom by both Human and Software Agents”, Proceedings of the First International Workshop on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems (AESCS-2001), 56-66, 2001.

H.Sato, H.Matsui, I.Ono, H.Kita, T.Terano, H.Deguchi, and Y.Shiozawa: “U-Mart Project: Learning Economic Principles from the bottom by Both Human and Software Agents”, New Frontiers in Artificial Intelligence, 121-131, 2002.

H.Sato, H.Matsui, I.Ono, H.Kita, T.Terano, H.Deguchi, and Y.Shiozawa: “Case Report

on U-Mart Experimental System: Competition of Software Agent and Gaming Simulation with Human Agents”, Agent-Based Approaches in Economics and Social Complex Systems, Joint JSAI 2001 Workshop Pst-Proceedings, 167-178, 2002.

T. Terano, Y.Shiozawa, H. Deguchi, Hajime Kita, H. Matsui, H. Sato, I. Ono and Y. Nakajima: “U-Mart: An Artificial Market Testbed for Economics and Multiagent Systems”, 2nd International Workshop on Agent-based Approaches in Economics and Social Complex Systems, 55-62, 2002.

Hiroshi Deguchi, Takao Terano, Hajime Kita, Yoshinori Shiozawa, Robert Axtell, Kathleen Carley, Maksim Tsvetovat, Hiroshi Sato, Hiroyuki Matsui, Isao Ono, Yoshihiro Nakajima, Naoki Mori: “U-Mart International Experiment 2003 (UMIE2003)”, NAACSOS2003 North American Association for Computational Social and Organizational Science Conference, CD-ROM: NAACSOS_PAPERS_DAY3\Sato_Hiroshi_s2_d3_p1.pdf, 2003.

Hiroshi Deguchi, Takao Terano, Hajime Kita, Yoshinori Shiozawa, Robert Axtell, Kathleen Carley, Maksim Tsvetovat, Hiroshi Sato, Hiroyuki Matsui, Isao Ono, Yoshihiro Nakajima, Naoki Mori: “Report of UMIE2002 -Strategy and Rank Order of Submitted Machine Agents”, NAACSOS2003 (UMIE2003) North American Association for Computational Social and Organizational Science Conference, CD-ROM: NAACSOS_PAPERS_DAY3\Sato_Hiroshi_s2_d3_p2.pdf, 2003.

Hajime KITA, Hiroshi SATO, Naoki MORI, Isao ONO: “U-Mart System, Software for Open Experiments of Artificial Market”, CIRA2003 IEEE Computational Intelligence in Robotics and Automation, CD-ROM\papers\CIRA-SS07-3.pdf, 2003.

Tomomi UEDA, Kazuhisa TANIGUCHI, Yoshihiro NAKAJIMA: “An Analysis of U-Mart Experiments by Machine and Human Agents”, CIRA2003 IEEE Computational Intelligence in Robotics and Automation, CD-ROM\papers\CIRA-SS07-5.pdf, 2003.

Yoshihiro NAKAJIMA, Tomomi UEDA: “Analysis of Submitted Agent to UMIE2002- Influence of Spot Data and Opponents on Agents”, NAACSOS2003 (UMIE2003) North American Association for Computational Social and Organizational Science Conference, CD-ROM: NAACSOS_PAPERS_DAY3\Nakajima_Ueda_Yoshihoro_Tomomi_s2_d3.pdf, 2003.

Hiroyuki Matsui, Kazuhisa Taniguchi, Yasuhiro Nakajima, Isao Ono, Hiroshi Sato, Naoki Mori, Hajime Kita, Takao Terano, Hiroshi Deguchi, Yoshinori Shiozawa: “U-Mart Project: New Research and Education Program for Market Mechanism”, ISAGA2003 International Simulation And Gaming Association (ISAGA) The 34th Annual Conference Hosted by Science Council of Japan (SCJ) and Japan Simulation And Gaming Association (JASAG), 2003.

Kazuhisa Taniguchi, Yoshihiro Nakajima, Fumihiko Hashimoto: "A Report of U-Mart Experiments by Human Agents", ISAGA2003 International Simulation And Gaming Association (ISAGA) The 34th Annual Conference Hosted by Science Council of Japan (SCJ) and Japan Simulation And Gaming Association (JASAG), 2003.

Yoshihiro Nakajima, Isao Ono, Naoki Mori, Hiroyuki Matsui, Hiroshi Sato: "Elementary Property of U-Mart found by Submitted Agents to "U-Mart International Experiment"", ISAGA2003 International Simulation And Gaming Association (ISAGA) The 34th Annual Conference Hosted by Science Council of Japan (SCJ) and Japan Simulation And Gaming Association (JASAG), 2003.

Isao Ono, Naoki Mori, Hiroshi Sato, Hajime Kita, Hiroyuki Matsui, Yoshihiro Nakajima: "U-Mart System Version 2: A Multi-Purpose Artificial Market Simulator", AESCS'04, CD-ROM, 2004.

Hiroyuki Matsui, Yoshihiro Nakajima, Hiroshi Sato: "Performance of Machine Agents Submitted to U-Mart International Experiment 2004 (UMIE2004)", AESCS'04, CD-ROM, 2004.

Hiroshi Deguchi, Takao Terano, Hajime Kita, Yoshinori Shiozawa, Robert Axtell, Katheleen Carley, Maksim Tsvetovat, Hiroshi Sato, Hiroyuki Matsui, Isao Ono, Naoki Mori, Yoshihiro Nakajima: "Report of U-Mart International Experiment (UMIE2003 and UMIE 2004) -- Strategy and Rank Order of Submitted Machine Agents", NAACSOS, CD-ROM, 2004.

Hiroshi Sato, Isao Ono: "A Survey of the Research using U-Mart Experimental Environment", AESCS'04, CD-ROM, 2004.

Jungo Ueki, Yoshihiro Nakajima: "Analysis of Time Series Behaviors in High-Frequency Area Using Artificial Market", NAACSOS, CD-ROM, 2004.

Yoshihiro Nakajima, Yoshinori Shiozawa: "Usefulness and feasibility of market maker in a thin market", ICEES (International Conference Experiments in Economic Sciences), 2004.

Yoshihiro Nakajima, Isao Ono, Hiroshi Sato, Naoki Mori, Hajime Kita, Hiroyuki Matsui, Kazuhisa Taniguchi, Hiroshi Deguchi, Takao Terano, Yoshinori Shiozawa: "Introducing Virtual Futures market System "U-Mart"", ICEES (International Conference Experiments in Economic Sciences), 2004.

Jungo Ueki, Yoshihiro Nakajima: "Analyse the complexity of the financial time series using artificial market", ICEES (International Conference Experiments in Economic Sciences), 2004.

喜多, 小野, 森, 佐藤, 松井, 中島: "U-Mart 仮想経済システムの現状と今後", JAWS (Third Joint Agent Workshops & Symposium)2004, 2004.

喜多, 小野, 森, 佐藤, 谷口, 松井, 中島, 小山, 石山: "U-Mart 人工先物市場プロジェクトにおける教育活動", SICE システム情報部門講演会 SSI2004 (SICE Symposium on Systems and Information), 2004.

Koyama, Y., Ishiyama, K., Matsui, H. and Ono, I.: "Using U-Mart System for the Lecture of Economics", 4th Int'l Workshop on Agent-based Approaches in Economics and Social Complex Systems, 2005.

Yoshinori Shiozawa: "Making a Thin Market Intentionally: a Challenge of the U-MART Project", WEHIA, 2004.

口頭発表等

佐藤 浩: "U-Martにおける長期価格変動の統計的性質", 計測自動制御学会 第14回自律分散システムシンポジウム, pp.183-188, 2002.

喜多一, 出口弘, 寺野隆雄: "オープン型人工市場 U-Mart: 構想, 成果, 展望", 電子情報通信学会技術研究報告 [人工市場と知識処理] (信学技報 Vol101, No535), pp.17-24, 2002.

中島義裕: "人工市場と現実の市場", 電子情報通信学会技術研究報告 [人工市場と知識処理] (信学技報 Vol101, No535), pp.71-78, 2002.

Y.Nakajima, Y.Koyama: "Attempt to design institutions of market by using U-Mart System -A practice of interdisciplinary research-", SICE 第25回システム工学部会研究会 (カタログ番号 02PG0006), pp.133-138, 2002.

U-Mart Organizing Committee, U-Mart System Operation Committee: "U-Mart International Experiment 2002", SICE 第25回システム工学部会研究会 (カタログ番号 02PG0006), pp.139-146, 2002.

寺野隆雄: "U-Mart プロジェクト: 人工市場研究から制度設計へ", 進化経済学論集第6集, pp.285-288, 2002.

中島義裕: "U-Mart を用いたこれからの研究計画", 進化経済学論集第6集, pp.289-295, 2002.

谷口和久, 松井啓之, 出口弘, 五十嵐寧史: "教育ツールとしての U-Mart: 経済学教育での活用事例", 進化経済学論集第6集, pp.296-303, 2002.

喜多一, 湯浅秀男: "教育ツールとしての U-Mart: 工学教育での活用事例", 進化経済学論集第6集, pp.304-308, 2002.

佐藤浩, 小山友介: "U-Mart2001 実験報告および既存エージェントの分類", 進化経済学論集第6集, pp.309-314, 2002.

高尾頼和, 小野功, 小野典彦: "エージェントベースシミュレーションに基づく近似モデルの進化的構築", 進化経済学論集第6集, pp.315-322, 2002.

植木潤吾, 森直樹, 甲斐啓仁, 深瀬真澄, 佐藤浩, 後藤岳, 上田智巳, 桑井淳子, 中島義裕: "U-Mart によるシミュレーション研究", 進化経済学論集第6集, pp.323-329, 2002.

湯浅秀男, 喜多一, 小林智彦: "プロジェクト演習による教育実例 U-Mart による教育ツール", 日本機械学会 2002 年次大会, 2002.

喜多一: "U-Mart プロジェクトの紹介", FIT (情報科学技術フォーラム) 2002, OE1-2, pp. 65-66, 2002.

喜多一: "U-Mart の情報系教育への利用", SICE 第26回システム工学部会研究会 (カタログ番号 02PG0011) pp.7-12, 2002.

橋本文彦, 上田智巳, 北澤裕子: "人間の情報処理能力に基づく効率的な情報提示システム", SICE 第26回システム工学部会研究会 (カタログ番号 02PG0011) pp.39-42, 2002. 稿集 pp. 435-439, 2003.

森直樹、小野功、松井啓之、佐藤浩、喜多一、出口弘：“U-Mart システムとオブジェクト指向設計・プログラミング - U-Mart サマースクール報告”，SICE 第 26 回システム工学部会研究会（カタログ番号 02PG0011）pp.1-6, 2002.

小野功、佐藤浩、森直樹、喜多一、松井啓之：“社会経済シミュレーションのためのソフトウェア開発方法論”，進化経済学会第 7 回東京（専修大）大会 予稿集 pp. 283-288, 2003.

喜多一：“エージェントベースドモデルによる社会システムの理解”，進化経済学会第 7 回東京（専修大）大会 予稿集 pp. 435-439, 2003.

塩澤由典：“U-Mart から生まれる新しい経済学”，進化経済学会第 7 回東京（専修大）大会，2003.

谷口和久：“ゲーミングによる価格形成メカニズムの理解 - コースウェアとしての U-Mart”，進化経済学会第 7 回東京（専修大）大会 予稿集 pp. 289-292, 2003.

中島 義裕，喜多 一，小野 功，森 直樹，佐藤 浩，松井 啓之，寺野 隆雄，出口 弘，小山 友介：“人工先物市場 U-Mart の紹介”，SICE 創発夏の学校 ポスター発表，2004.

小野功、森直樹、佐藤浩、喜多一、松井啓之、中島義裕：“U-Mart システム 新サーバーの紹介”，進化経済学会 福井大会 予稿集 p.312, 2004.

中島義裕，小野功，森直樹，出口弘，石山洸，松井啓之：“U-Mart Version2.0 を利用したヒューマン・エージェントによる株式先物取引実験—ゲーミングの手法を利用した体験型学習と制度研究—”，進化経済学会 福井大会 予稿集 pp.285-292, 2004.

谷口和久：“ヴィットの連続仮説に関する一考察”，進化経済学論集，第 9 集，pp.89-96, 2005.

塩澤由典：“ストレス・テストには 5 シグマ事態を考えよう”，『旬刊経理情報』（第 1075 号），1 頁，2005.

著書・出版物

K. Taniguchi, Y. Nakajima, F. Hashimoto: “A Report of U-Mart Experiments by Human Agents”，R. Shiratori, K. Arai, F. Kato, Gaming, Simulations, and Society: Research Scope and Perspective, Springer, pp.49-57, 2004.

塩澤由典：“複雑系経済学の現在”，塩澤由典，塩澤由典，2004, PP.53-125, 2004.

Kazuhisa Taniguchi, Yoshihiro Nakajima, Fumihiko Hashimoto: “A Report of U-Mart Experiments by Human Agents”，R. Shiratori, K. Arai, F. Kato, Gaming, Simulations and Society: Research Scope and Perspective, Springer-Verlag Tokyo, pp.49-57, 2005.

Kazuhisa Taniguchi, Yoshihiro Nakajima, Fumihiko Hashimoto: “A Report of U-Mart Experiments as an Educational Courseware”，Terano,T.,Kita, H.,Arai, K. Deguchi, H. , Agent-Based Simulation - from Modeling Methodologies to Real World Applications , -Springer-Verlag Tokyo, pp.82-88, 2005.

U-Mart Project Pamphlet 日本語版

発行日 : 2006.03.15

編集 : 中島 義裕

デザイン : 小灘 明子・安部 理砂・大野 真由美

発行者 : U-Mart Project

Web — <http://www.u-mart.org/>

Office — 大阪市立大学大学院 経済学研究科 中島義裕研究室

〒 558 - 8585 大阪市住吉区杉本 3 - 3 - 138

Tel&Fax — 06 - 6605 - 2273

Copyright (c) 2006, by U-Mart Project

この作品はオープン・パブリケーション利用許諾契約書 (vX.Y かそれ以降) で指定された条件と制約に従う限り配布することができる。
(契約書の最新の版は現在のところ <http://www.opencontent.org/openpub/> で入手可能である。)

ISBN 4-9902997-0-1

