

株式自動売買カブロボ・プラットフォームの構築

西村 啓¹⁾ 鳥海 不二夫³⁾ 浅野 千尋¹⁾²⁾ 村岡 洋一²⁾

トレードサイエンス株式会社¹⁾

早稲田大学大学院 理工学研究科²⁾

名古屋大学情報科学研究科³⁾

本論文は、独自の投資手法を明確にまた容易に具現化することが可能な株式の自動売買プログラムである「カブロボ」、カブロボの作成を可能にするカブロボ開発キット、優秀なカブロボ開発者と資金運用者を結び付けるカブロボ・コンテスト、そしてこれらの実施を可能にするカブロボ・プラットフォームに関する[1]。売買の成績を競うカブロボ・コンテストの第3回大会では、実運用を目標に6000人以上の人が参加し、その中からコンテストの実績だけではなく、長期のバックテストでも成績のよい実運用に優れたカブロボを輩出することができた。本論文では、株式自動売買プラットフォーム「カブロボ・プラットフォーム」の構成を説明し、カブロボ・コンテストの実績と合わせ、本プラットフォームの有効性を示す。

Kaburobo Platform for Automated Stock Trading

Kei Nishimura¹⁾ Fujio Toriumi³⁾ Chihiro Asano¹⁾²⁾ Yoichi Muraoka²⁾

¹⁾ Trade Science Corp.

²⁾ School of Science and Engineering, Waseda Univ.

³⁾ Graduate School of Information Science, Nagoya Univ.

This paper describes a “Kaburobo” that enables users to specifically and easily create an automated stock trading program, a Kaburobo development kit, a Kaburobo contest that combines high-grade Kaburobo creators and financiers, and a Kaburobo platform that can realize them. More than 6000 people participated in the third Kaburobo contest in 2006 with a goal of real trading and some highly capable Kaburobos that have good track records of the contest and long term backsets. This paper represents the structure of the Kaburobo platform, shows actual achievement of the Kaburobo contest, and demonstrates the effectiveness of the platform.

1. 背景技術

近年、低金利および年金の破綻などが理由で資金運用がますます注目されてきている。また、インターネットの普及により、ネット証券会社を通して株式投資が手軽にできるようになり、また、コンピュータの高性能化により、瞬時に大量のデータを処理することができるようになり、株式売買を自動で行なうアルゴリズムトレードができる環境が整ってきた。その他、人工市場やマルチエージェントの研究も盛んである[2][3][4][5]。

アルゴリズムトレードツールの代表的なものとして、米国における TradeStation[6]、日本におけるパイロン[7]や ZEUS[8]、OmegaChart[9]がある。しかしながら、これらのツールのほとんどが、個人の PC にインストールするソフトウェアとして配布されている。ツールの主な機能は、用意されている移動平均や RSI などの代表的なテクニカル分析手法を組み合わせる、また、TradeStation の提供する EasyLanguage などのスクリプト言語を使用し、比較的簡単なアルゴリズムを記述できる程度のものである。

これらのツールでは、為替など数種類の大きなマーケットを対象としているため、単一銘柄ベースでしかパフォーマンスを検証することしかできない。すなわち、ポートフォリオ管理、資金管理、リスク分散管理機能を持っていない。例えば、

ある資金があった場合、複数の銘柄をどのように分散してどのぐらいの資金をどの銘柄に投資するのかということではできず、また、現在のポジションを考慮して、次のトレードを行なうこともできない。あくまで、あるタイミングにある条件に当てはまったら売り買いのシグナルが提示されるということではない。

また、人工市場プロジェクトの1つとして株価指数を取り引きする仮想先物市場シミュレータである U-Mart というプロジェクト[5]があり、毎年大会が開催されているが、参加ロボット(エージェントと呼んでいる)数は30前後である。それに比べ、カブロボ・コンテストでは、参加者数6000人以上、エントリーロボット数8000体以上とこれほどの規模で自動売買を行なった事例はない。様々なアルゴリズムを検証するプラットフォームとしても、カブロボ・プラットフォームの有用性は大きい。

2. カブロボ・プラットフォームの概要

カブロボ・プラットフォームの構成は、図1のようになり、カブロボを動作させるためのサーバー群とカブロボの開発ツールであるカブロボ開発キットからなる。

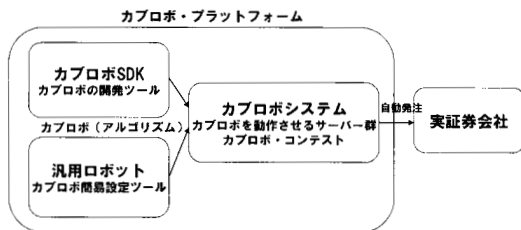


図1 カブロボ・プラットフォーム
Fig.1 Kaburobo Platform.

3回目の今大会は実運用を見通した株式自動売買ソフトのコンテストを目的とした大会であったことから、1回目および2回目とは異なるプラットフォームを設計する必要があった。以下に1回目および2回目との違いに加えて他のツールとの違いも記述する。

(1) 多くの参加ロボットに大量のデータを提供し、それらをタイムリーに自動処理できる、完全な株式自動売買プラットフォームを実現した。

(2) テクニカル分析・チャート分析だけではなく、企業の決算情報や市況情報、ランキング情報などのファンダメンタル分析も可能にした。

(3) リスク分散管理・ポートフォリオ管理・資金管理を可能とした。

(4) 専門知識を持った人にも参加してもらえる視覚的にカブロボを作成可能な汎用ロボットを実現した。

(5) 注文回数(前後場2回)、対象銘柄数(500銘柄)、提供データ数(150種以上)を大幅に増やした。

(6) 手数料、金利などの諸費用も考慮に入れた。

以下にカブロボ開発キットおよびサーバー群を詳しく説明する。

3. カブロボ開発キット

カブロボ開発キットを2種類開発した。一つは、より詳細に投資手法をJavaで実装できるソフトウェア開発キット(カブロボ SDK)であり、もう一方は、カブロボをWebから簡易的に設定することを可能にするツールである汎用ロボットである。これらを以下に詳しく説明する。

3.1 カブロボ SDK

カブロボ SDK (Software Development Kit) は、マルチプラットフォーム対応目的で、Java実装のキットであり、主に図2に示すAPI (Application Program Interface)を提供するものである[10]。また、これに機械学習や人工知能アルゴリズムを容易に組み込むことも可能である。そのうえ、バックテスト環境やグラフ表示可能なパフォーマンスチェックツールも装備した。さら

に、このSDKを用いると実運用を見通し、アルゴリズムを検証するときに金利や手数料を考慮に入れることができる。

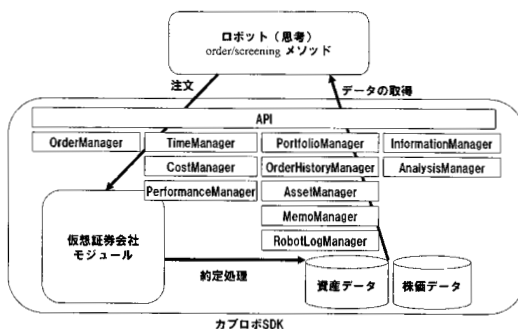


図2 カブロボ SDK の API の構成
Fig.2 Kaburobo SDK Structure.

機能別に Manager の名称を付け、そのような機能的 Manager は注文、資産データ・株式データ取得、その他管理機能を果たす。詳しいクラスの説明を表1に示す。

表1 カブロボ SDK の API

Tab.1 Kaburobo SDK API.

| クラス名 | 説明 |
|---------------------|-------------|
| OrderManager | 指値・成行などの注文 |
| InformationManager | 株式データ取得 |
| AnalysisManager | テクニカル分析手法提供 |
| PortfolioManager | ポートフォリオ管理 |
| OrderHistoryManager | 注文・約定データ取得 |
| AssetManager | 資産データ取得 |
| MemoManager | 一時保存データ管理 |
| RobotLogManager | 出力ログの管理 |
| TimeManager | 時間の管理 |
| CostManager | 手数料や金利などの管理 |
| PerformanceManager | カブロボの成績の管理 |

カブロボの作成では、AbstractRobot という抽象クラスを継承する。そのクラスには、order, screening メソッドがあり、注文処理を order, スクリーニング処理を screening メソッドに実装する。また、SDKには、仮想的な約定処理モジュールも内蔵させており、検証期間を指定することで、過去における取引をシミュレートすることができ、その成績を出すことも可能である。

3.2 簡易設定ロボット

SDKはJavaで実装する必要があることから、プログラミングスキルがある程度必要である。そこで、他の分野の能力のある人を含めた多くの人に参加してもらう目的で、プログラミングスキルを必要とせずに、インタラクティブに、ま

た視覚的にカブロボを作成できる Web ベースの簡易設定ロボット「汎用ロボット」を 2 種類用意した。

一つは、移動平均や R S I などの各投資指標を部品として扱い、その部品を AND, OR などの論理的思考により、組み合わせることで、独自の新しい投資手法を作成することができる「汎用ロボット 1 号」である。汎用ロボット 1 号では、まず売買対象の銘柄を選び、各銘柄に対してどういふときに何をするかという組み合わせを、段階を踏んで設定することができる。各部品は、カブロボ SDK で提供するものを網羅し、また、自ら新たに部品を作成することもできる。

もう一つは、ウィザード式に、ポートフォリオ、スクリーニング等の投資戦略を選択し、詳細パラメータを設定していく「汎用ロボット 2 号」である。最初に、投資額、リスク分散、保有日数や目標利益率などの質問形式で大まかにカブロボの投資スタイルを作成し、その後、変更したい箇所を詳細に設定することができる。ウィザード式で簡単な質問に答えるだけでカブロボが作成できるため、初心者でも容易に作成できるようになっている。

4. カブロボ・プラットフォームのサーバーの構成

カブロボ・プラットフォームのサーバー構成は図 3 の通りである。

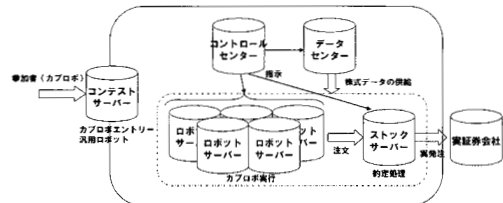


図 3 カブロボ・プラットフォームのサーバーの構成

Fig.3 Server Structure on Kaburobo Platform.

コンテストサーバーは、参加者のアカウント登録・管理、カブロボのエントリー、汎用ロボットの設定などを行なう参加者のインターフェースとなる Web サーバーである。データセンターは、株式データを取得するサーバーであり、他のサーバーにデータを供給する。ストックサーバーは、株式データを使用し、カブロボの注文の約定処理を仮想的に行なう仮想証券会社サーバーである。ロボットサーバーは、エントリーされた多数のカブロボをタイムリーに自動処理するために、複数サーバーを用意する。カブロボは、実行キューに登録され、各ロボットサーバーはキューを参照し、分散処理を行なっている。コントロールセンターは、タイムスケジュールを管理し、各サーバーに

指示を出すサーバーである。メンテナンスサーバーは、日々のバックアップを行ったり、株式分割などのコーポレートアクションが起こった場合、株式データやカブロボの売買データを修正したり、エラーが起きた場合、再計算したりする機能などを持っている。

5. カブロボ・コンテスト

「カブロボ・コンテスト」は、優秀なカブロボ開発者と資金運用者を結び付けることを目的としたものであり、コンテストで優秀な成績を収めたカブロボに、実際の資金を運用させる仕組みを実現させるコンテストである。図 4 は、コンテストの目的およびその仕組みを示す図である。

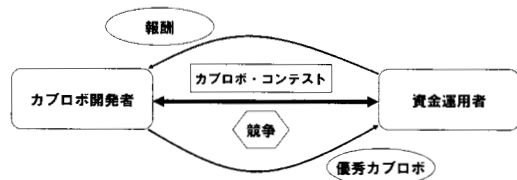


図 4 カブロボ・コンテストの目的およびその仕組み

Fig.4 An Idea of Kaburobo Contest.

カブロボ・コンテストでは、仮想的な資金 (5000 万円) を参加者が作成したカブロボで運用させ、コンテスト期間中は、一切ロボットに指示を出さずに完全に自動で売買を行ない、その成績で勝敗を競うコンテストを実施する。実運用に優れたカブロボを輩出する目的で、銘柄や株式データは実際のものを使用し、手数料や金利などの諸費用も考慮に入れ、コンテスト期間中の実績だけではなく、長期に渡るバックテストの成績の定量的な評価と、金融工学、情報技術や人工知能技術などのアルゴリズムの評価を行ない、かつまた、ファンドマネージャーの審査などの定性的な評価も加えて、その中で最も成績のよかった優秀ロボットを選出する。

このコンテストでは、東証 1 部の出来高上位の 500 銘柄を対象とし、前場・後場の寄付きに発注できるようにし、日に 2 回の取引を可能とした。また、指値、成行を始め、指成、逆指値、信用取引(空売り)の注文を出すことができるようにもした。そして、実際の各銘柄の株価、日経平均や TOPIX などの市場情報、各会社の決算情報、外国為替クロスレート、値上がり率などのランキングなどの株式データだけでなく、テクニカル分析情報などもカブロボに提供する。参加者は、カブロボ SDK をダウンロードするか、あるいは、汎用ロボットを使用して自分の投資方針をプログラムする (カブロボを作成する)。また、株式デ

一タとして2004年1月5日から2006年3月31日の約2年分の対象500銘柄のうち50銘柄をテストデータとして提供する。それによって、参加者がローカル環境でテストを行なうことができるようにする（セルフテストと呼ぶ）。このコンテストは、実運用に優れたカブロボを対象としていることから、エントリー基準（運用収益が黒字、ドローダウンが30%以内、最低1億円以上の売買取引実績）を設け、セルフテストで成績のよいカブロボのみが登録できる仕組みにする。

そのうえ、あるデータに偏って良い成績がでてしまう可能性があることから、エントリー後に予備審査というテストフェーズを用意し、期間・銘柄を公開せずにテスト行ない、成績の良いロボットをコンテストの本戦に参戦させるようにし（データに最適化することをカーブフィッティングという）、そして、その中の1000台のカブロボを日々自動で運用することにする（フォワードテストという）。コンテストの本戦では、カブロボに仮想資金5000万円を供与し、500銘柄分の実株式データを日々提供する。運用開始後、参加者は、カブロボに指示を出すことはできず、完全自動的にトレードすることになる。図5はカブロボ・コンテストの一連の流れである。

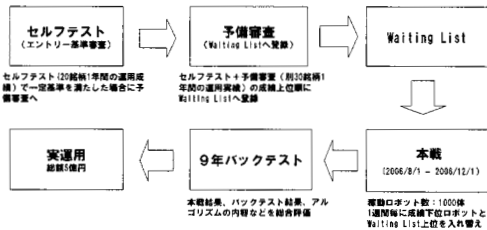


図5 カブロボ・コンテストの流れ
Fig.5 Kaburobo Contest.

しかしながら、前場と後場の間の時間が1時間30分しかない(12:00から12:30)ため、多くのカブロボを処理するためには注文処理の時間を制限する必要があった。そこで、各カブロボの処理時間を増やすために、銘柄の選択するための時間としてスクリーニング時間を市場が開いていない間に設けることにし、その問題を解決した。コンテストでは、前場前・後場前に各カブロボが動作し、前場の寄付(9:00)と後場の寄付(12:30)の2回注文処理を行なうことができるが、そのときにorderメソッドが呼び出される。また、後場後にスクリーニング時間を設けており、その時間にscreeningメソッドが呼び出される。カブロボの基本的な処理の流れは、前日のscreeningメソッドで銘柄を選択し、それらをその日の前場・後場への注文としてorderメソッドで発注する。処理時間に余裕があれば、orderメソ

ッドでスクリーニング処理を実装することもできる。図6にコンテストのタイムラインを示す。

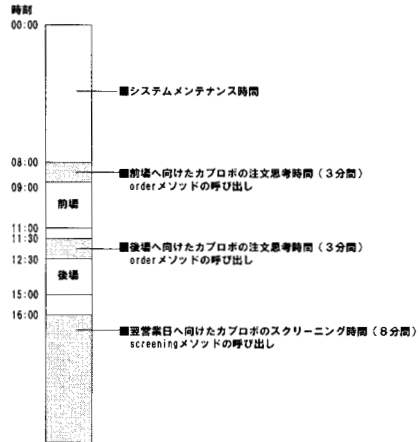


図6 カブロボ・コンテストのタイムライン
Fig.6 Kaburobo Contest Timeline.

6. カブロボ・コンテストの実施および結果

カブロボ・コンテストを以下のスケジュールで実施した。応募期間は2006年7月1日から同年9月30日まで、コンテスト期間は2006年8月1日から同年12月1日までであった。このコンテストでは、6264人の参加があり、登録された8367体のカブロボの中のエントリー基準を満たした上位1000台のカブロボが、日々自動で売買を行なった。そのうち、391体がJavaの自作ロボット、296体が汎用ロボット1号、313体が汎用ロボット2号だった。小学生から90代のご年配の方が参加し、また職種では、学生からエンジニアなどの社会人の方々、また投資で生計を立てているデイトレーダーの方々など、日本だけではなく世界各地から参加があった。図7に、参加者の年齢別の割合、図8に職種別の参加者の割合を示す。

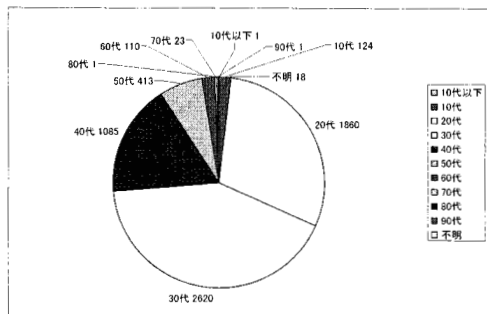


図7 参加者の年齢別の割合
Fig.7 Contestants by Age.

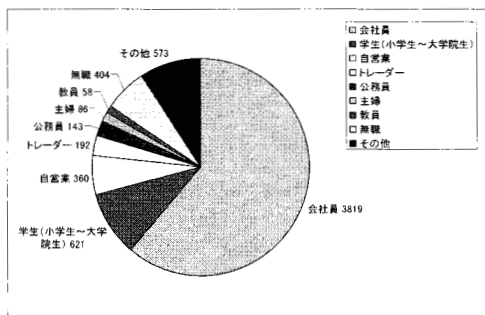


図8 参加者の職種別の割合
Fig.8 Contestants by Occupation.

2006年8月1日から同年12月1日の4ヶ月の期間内で、相場が荒れる中、1000体のカブロボのうち401体のカブロボが利益を出した。トップのカブロボは5000万円の資金を5954万円まで増やした。また、シャープレシオ(リスクに見合ったリターンを得ているかを表す指標でリスク尺度にリターンのぶれの大きさ(標準偏差)を使用する。数値が大きい方が高い評価となり、モーニングスター社以外の多くの投信評価会社が採用している。1以上であれば良いとされている。)が2.19, 最大ドローダウン(売買する途上において一時的に生じる最大の値洗い損失であり、この値が大きいシステムは、心理的なストレスを強いるため、売買を継続できなくなる危険をはらんでいる。10%以下が望ましい。)が7.43%と安定した成績となっていた。その資産評価額トップのカブロボを表彰した。

図9は、そのカブロボの資産曲線を示している。参考として、コンテスト期間中の日経平均の推移と比較する。

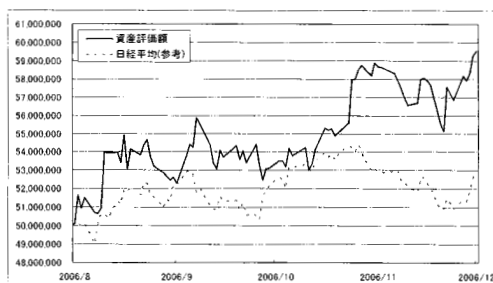


図9 コンテスト期間中のトップのカブロボの資産曲線

Fig.9 An Asset Graph of a Top Kaburobo of the Contest.

さらに、実運用に向けたロボットを選出する目的で、1997年からの9年間の株価データによりバックテストを行ない、フォワード・バックテストの各成績(利回り、シャープレシオ、ドローダウン、勝率など)、銘柄分散などのリスクヘッジ、資金運用効率など様々な観点から成績を分析した。その結果、5000万円の資金を8億前後に増やすカブロボもあり、それらも表彰した。パフォーマンスのよかった優秀ロボット10体を実際の証券会社に自動発注させ、総額5億円の資金を運用する。図10に、選出されたカブロボの9年間のバックテストにおける資産曲線を示す。

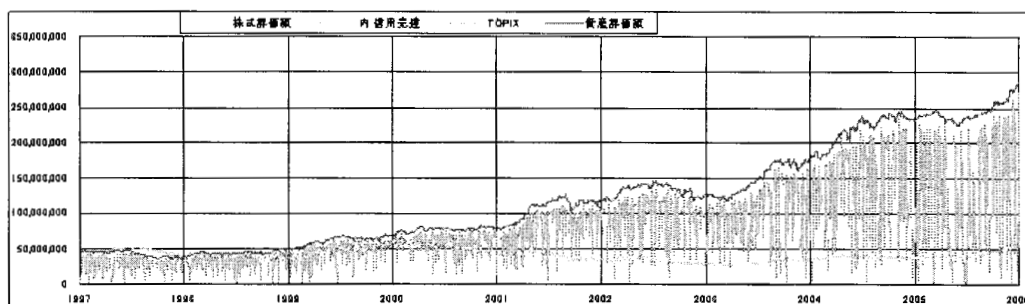


図10 実運用に選出されたカブロボの9年バックテストの資産曲線
Fig.10 A 9 year Asset Graph of a Kaburobo for real trading.

コンテストでは、伝統的なテクニカル分析を複数組み合わせさせたもの、遺伝的アルゴリズム、サポートベクターマシンなどの機械学習を応用したもの、投資家の経験やデータマイニングから導き出したパラメータによるものなど、様々なカブロボが集まった。これが、カブロボ・コンテストの

重要な目的の一つでもある。そのような優秀なカブロボなどから10体を選択して実運用させることにした。これらのカブロボは、優秀であることに加えて一つ一つのアルゴリズムの発想に独自性があることから、如何なる相場においてもリスクを分散させることができ、安定な利益を生む

と期待する。

また、カブロボ・コンテスト参加者を対象に以下のような質問のアンケートを実施したところ、300名からの回答が得られた。

- ①投資経験は何年ですか？
- ②Javaのプログラミング経験は何年ですか？
- ③今回のコンテストのような自動で売買するロボットを作り、優秀なカブロボがサイバー・ファンドマネージャーになる仕組みを面白いと思えますか？
- ④今後の大会に参加したいと思えますか？
- ⑤優秀なカブロボがファンドになった際に運用を任せたいと思えますか？
- ⑥カブロボでサイバー・ファンドマネージャーになってみたいと思えますか？

図11, 図12にそれぞれ結果を示す。

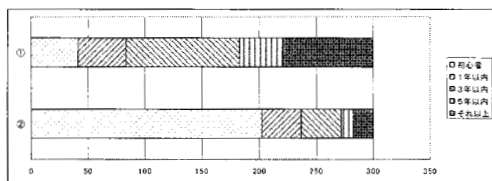


図11 質問①, ②
Fig.11 Question ①, ②

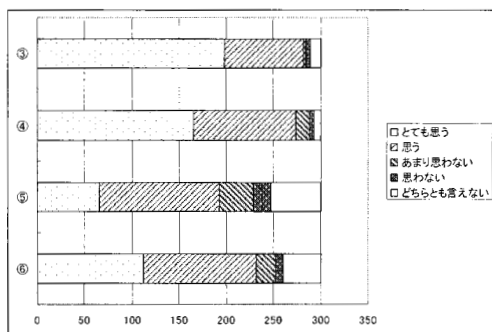


図12 質問③, ④, ⑤, ⑥
Fig.12 Question ③, ④, ⑤, ⑥

アンケートの結果から、カブロボ・コンテストに意欲的に参加して頂いた方々からの回答が多かった。その中では、長期の投資経験がある方が多く、逆にプログラミング経験のある方が少なかった。また、カブロボのファンド運用に対する期待も高いことが分かった。

7. むすび

カブロボ・コンテストを実施した結果、予想以上に優秀なロボットが現れ、上述したように、4カ月のコンテスト期間中に5000万円の資金を5954万円まで増やし、シャープレシオが2.19、最大ドローダウンが7.43%と安定したカブロボが出現し、また、過去9年間に渡るバックテストで5000万円の資金を8億前後に増やすカブロボさえも現れた。これらの評価に当たって、優秀なロボットの選択に現場で実際に働いているファンドマネージャーにも参加して頂いたが、彼らの評価として、特に、カブロボのリスク管理が優れていることも確認された。このように、本カブロボ・プラットフォームの優秀さが立証された。今後の予定として、定量的、定性的な総合評価のよかった優秀ロボット10体を実際の証券会社に自動発注させ、総額5億円の資金を運用させることが決定した。今後の方針として、さらに優秀なロボットを発掘する目的でコンテストを定期的に継続する。また、カブロボの実用として、カブロボを証券会社等に提供してそれをサイバー・ファンドマネージャーとして利用してもらうことで一般の資金運用者が安全に資金を運用することができるようにすると考えている。また、株式の自動売買ばかりでなく、為替および先物(商品、金融、国債、株価指数先物を包含)の自動売買および取引に関してもコンテストを実施する予定である。

参考文献

- [1]カブロボ: <http://www.kaburobo.jp/>
- [2]和泉: 人工市場によって市場を理解しデザインする, Eco-forum, 統計研究会, 23 巻 2 号 pp.20-pp.27, 2005.
- [3]和泉: 人工市場シミュレーションによる経済理論の検証, シミュレーション, 日本シミュレーション学会, Vol.23 No.3, pp.183-190, 2004.
- [4]加納, 寺野: 人工市場による株価参照頻度の分析, 情報処理学会, Vol.47 No.5, pp.1424-1432, 2006.
- [5]中島, 松井: "U-Mart プロジェクトの概要", 計測と制御, 43, 12, 2005.
- [6]TradeStation: <http://www.tradestation.com/>
- [7]パイロン: <http://www.pylonsoft.com/>
- [8]ZEUS: <http://www.delight-web.com/zeus/>
- [9]Omega Chart: <http://www.omegachart.org/>
- [10]株式自動売買ソフトウェア スーパー・株ロボを作ろう!, 鳥海, 秀和システム, 2006