

株式自動取引エージェント作成支援システムの開発

鳥海不二夫[†] 西村啓^{††} 浅野千尋^{††,†††}石井健一郎[†]

[†]名古屋大学 大学院情報科学研究科, 名古屋市

^{††}トレードサイエンス株式会社, 東京都

^{†††}早稲田大学大学院理工学研究科, 東京都

E-mail: †tori@is.nagoya-u.ac.jp

あらまし 近年市場における個人投資家の割合は増加の一步をたどっている。これにともない、アルゴリズムトレードを利用した取引が注目されている。しかしながら、投資家にとって取引エージェントの作成は敷居が高く、自動取引エージェント上に優秀なアルゴリズムを実現するのは困難である。そこで、本研究では投資スキルは十分にあるもののプロミシングのスキルが十分ではない投資家に対して、その投資家の投資戦略を取引エージェント上で実現することを目指し、自動取引エージェントの作成支援システムを、第一回スーパーカブロボコンテスト用に開発した。その結果、コンテスト参加者の60%が支援システムを利用して取引エージェントを作成した。作成支援システムによって作られた自動取引エージェントは、Javaプログラミングによって作成された自動取引エージェントと比較して遜色の無い取引を行うことが出来ることを確認した。また、プログラミングスキルの低い投資家に対してもアルゴリズムトレードへの参加を促すことができたことを確認した。

キーワード アルゴリズムトレード, 株式自動取引, 人工社会, マルチエージェントシステム

Development of support systems for trading agents design

Fujio TORIUMI[†], Kei NISHIMURA^{††}, Chihiro ASANO^{††,†††}, and Kenichiro ISHII[†]

[†] Graduate School of Information Science, Nagoya University, Furouchou, Nagoya-shi Chikusaku, Aichi
464-8601 Japan

^{††} Trade Science Corp, Waseda Univ, Research Center 120-4203, Waseda Tsurumaki-cho 513, Shinjuku-ku,
Tokyo, 162-0041 Japan

^{†††} School of Science and Engineering, Waseda Univ., 61-512,3-4-1,Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-8555
Japan

E-mail: †tori@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract Recently, automatic trading agents are received attention from traders. However, it is hard to develop them for individual investors who have little programming skills. Thus, we proposed a support system for trading agents design for “Super kaburobo contest” which is a contest of automated stock trading. Consequently, the 60% of associate participants used the support system. Additionally, it is confirmed that trading agents developed by the systems are comparable to java-programed trading agents.

Key words Algorithm trade, Automated stock trading, Artificial market, Multi agent system

1. はじめに

近年インターネットの普及に伴い、各証券会社がインターネット上で株の売買を行う、ネットトレードのサービスが増加している。このような状況を受け、市場における個人投資家の割合は増加の一步をたどっている。

これにともない、コンピュータによって取引タイミングや数量を判断するトレーディングシステムやアルゴリズムトレード

を利用した取引が注目されている。これらの手法を利用することで、人の手では十分に吟味しきれない情報を解析することや、人間の心理に左右されず取引を行うことができ、今後個人投資家への普及が期待されている。

今後このようなトレーディングシステムによる株の取引は一般投資家にも広まると考えられる。事実、アメリカではすでにトレーディングシステムによる取引が2割を超えているとも言われている[1]。現在アルゴリズムトレードツールとしては、

TradeStation [2], パイロン [3], ZEUS [4], OmegaChart [5] などがある。

そのような中、仮想市場を利用して自動取引エージェントの投資アルゴリズムの性能を競う、スーパーカブロボコンテスト [6] が 2006 年 8 月から 12 月にかけて開催された。

これまでも、取引エージェントを用いた人工市場の研究は数多く行われている [7] [8] [9]。これらの研究が市場のメカニズムの解明などを目的としているのに対し、本コンテストの目的は、投資家が考える取引方針を自動取引エージェントに実装させる環境を提供することにある。

一方で、投資家にとってプログラミングによる実装は敷居が高く、優秀な投資戦略を持っていても自動取引エージェント上に実現することが出来ないという問題がある。そこで、本研究ではプログラミングのスキルが十分ではない投資家が考える投資戦略を、取引エージェント上で実現可能とすることを旨とし、WEB 上で行動方針の設定を可能とする自動取引エージェント作成支援システムを開発した。

本システムを利用することによって、プログラミング技術の習得無しに、全ての投資家が自動取引エージェントを作成できる環境を作成することが本研究の目的である。

2. スーパーカブロボコンテスト

2.1 概要

本論文で提案するシステムは、第一回スーパーカブロボコンテストサーバ上で稼働することを目的に作成された。

スーパーカブロボコンテストは、自動取引エージェントが仮想的な株取引を行い、一定期間内の利益率を競うコンテストである。

コンテスト参加者は、主催者から提供される取引エージェント作成用 SDK (カブロボ SDK) を利用し JAVA によって自動取引エージェントを作成する。自動取引エージェントはコンテストサーバに登録され、主催者が提供する仮想証券取引所を通じ市場情報を取得する。これらの市場情報を元に取引銘柄を選定し、購入する銘柄、売却する銘柄を決定する。決定した注文を仮想証券取引所に発注し、仮想的な株の売買を行う。このようにして一定期間仮想証券取引所を相手に株の売買を行い、その運用成績を競った。ただし、取引エージェント自身が行った取引のインパクトについては考慮しておらず、取引エージェントの取引が市場に影響を与えることは無い。

仮想証券取引所では 500 銘柄の株が取引可能であり、その株価は、実際の株式市場の値動きと連動したものを利用する。なお、各取引エージェントが持つ初期資産は 5000 万円である。

2.2 コンテストの流れ

図 1 に、カブロボコンテストの流れを示す。

コンテスト参加者はまずカブロボコンテストのホームページ^(注1)にアクセスし参加登録を行う。

参加登録をした参加者には、取引エージェント製作用にカブロボ SDK が配布される。Java プログラミングが可能な参加者

は、カブロボ SDK を利用して取引エージェントを作成する。なお、Java プログラミングによって作成された取引エージェントを自作ロボットと呼ぶ。

一方、Java プログラミングを行わない参加者は、取引エージェント作成支援システムのページへと進む。ここで、取引エージェントの設定を行うことで、取引エージェントを作成することができる。なお、支援システムを利用して作成されたエージェントを汎用ロボットと呼ぶ。

参加者は、自作ロボット、あるいは汎用ロボットを作成し、それらの取引エージェントが正しく動いているかどうか確認するために、セルフテストを行う。セルフテストでは、過去の市場データ 1 年分をもとにシミュレーションを行い、下記の基準を満たしているかどうかを確認する。

- 多大な損失を出さないか
- 取引金額が十分多いか
- 最終資産が黒字か

これらの基準をクリアした取引エージェントはコンテストサーバに登録される。

コンテストサーバに登録された取引エージェントは、予備審査を受ける。予備審査ではセルフテストとは異なる 1 年分のデータを用いてシミュレーションを行い、その結果を基に運用成績を作成する。

予備審査を終えた取引エージェントから、優秀な成績を出した上位 1000 体によって本戦が行われる。ただし、コンテスト期間中に運用成績が悪かったエージェントは、本戦に選ばれなかった取引エージェントの中で予備審査で成績上位だった取引エージェントと順次入れ替えられることになる。

本戦において優秀な成績を収めた取引エージェントは、9 年分のバックテストを経て、総額 5 億円の実運用を任せられることになる。

なお、コンテストへの参加は随時行うことができ、大会期間中に新規参加することも可能であった。

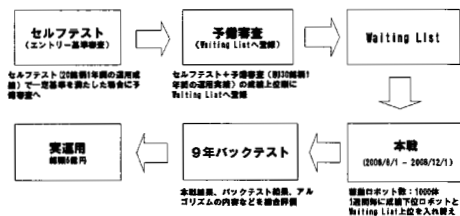


図 1 カブロボコンテストの流れ
Fig.1 Flow of Kaburobo Contest

3. 自動取引エージェントの設計

3.1 SDK による取引エージェント設計

コンテストで用いられる取引エージェントは、マルチプラットフォームを考慮し Java によって作成する。コンテスト参加者には、取引エージェント作成のための「カブロボ SDK」が配布される。

(注1) : <http://www.kaburobo.jp>

カプロボ SDK で、仮想証券取引所への取引発注、情報取得など取引エージェントを作成するために必要な基本的な API が提供される。

コンテスト参加者はこれらの API をもとに、独自の投資戦略を実装する。外部通信やファイル操作、処理時間などに制限があるものの、基本的には Java による自由な実装が可能であるため、機械学習や人工知能のアルゴリズムを組み込んだエージェントを作成することも可能である [10]。

3.2 作成支援システムによる取引エージェント設計

カプロボ SDK を利用して取引エージェントを作成するためには、投資戦略をアルゴリズム上で実装するだけのプログラミングスキルが必要である。そのため、プログラム経験の無い投資家が、自らの投資方針を取引エージェント上に実現するのは難しい。そこで、プログラミングスキルのないコンテスト参加者を対象とした、プログラミングを行わずに取引エージェントを作成するための取引エージェント作成支援システムを開発した。

取引エージェント作成支援システムは、WEB アプリケーションとして作成し、コンテスト参加者はブラウザを用いて WEB 上で投資方針の設定を行う。取引エージェント作成支援システムはその設定に従って取引エージェントを自動作成する (図 2)。

本研究では、数値計算を元に詳細な売買条件を設定可能な汎用ロボット 1 と、大局的な投資方針をもとに大まかな売買条件のみを設定する汎用ロボット 2 を作成した。

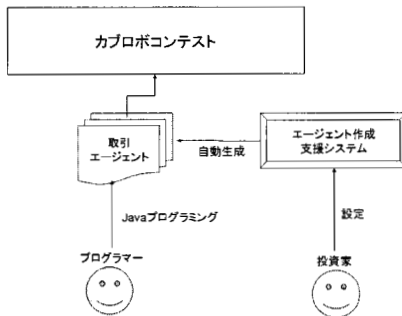


図 2 取引エージェント作成支援システム
Fig.2 Trade Agent Development Support System

3.3 シグナルモデル

作成支援システムは、Java によるプログラミングと同程度の投資アルゴリズムを実現した取引エージェントを作ることが可能である必要がある。本システムは、「ある銘柄の状態が特定の条件とマッチしたとき (シグナルが発生したとき) に売買行動を行う」と仮定するシグナルモデルに基づいて設計した。すなわち、買いシグナルが検出された銘柄を購入し、売りシグナルが検出された銘柄を売却すると考える。

取引エージェント製作者は、シグナル検出と売買行動を組み合わせる投資戦略を作成する。取引エージェントは投資戦略に

基づき、各銘柄ごとにシグナルが検出されるかどうかを確認し、シグナルが検出された銘柄に対して売買行動を行う。

本研究では、シグナルモデルに基づいて、二種類の作成支援システムを提案する。

3.4 汎用ロボット 1 作成システム

3.4.1 基本システム

一つ目のエージェント作成支援システムは、株価チャートやファンダメンタル情報を利用して数値計算を行い、ユーザが独自にシグナルを作成することを目的に作成された。本システムによって作成された取引エージェントを汎用ロボット 1 と呼ぶ。

汎用ロボット 1 作成システムの設定用に作成された WEB ページを図 3 に示す。

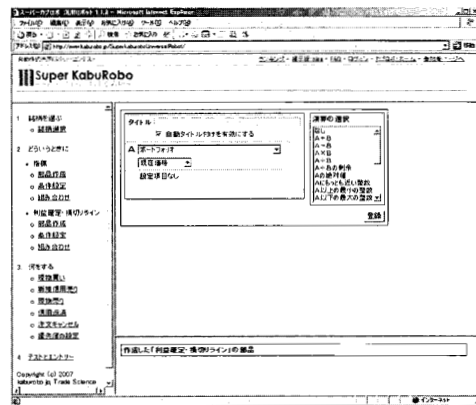


図 3 汎用ロボット 1 作成システムの設定画面
Fig.3 Configuration for Universal Robot1

3.4.2 シグナル作成

汎用ロボット 1 作成システムは、シグナル作成のためにいくつかの指標を提供する。汎用ロボット 1 作成システムで提供される指標を表 1 に示す。各種指標は関数と組み合わせられ部品となる。部品は、シグナル導出計算式の左辺、または右辺にあたる式である。

例えば、「前日株価の高値」「前日株価の安値」及び、関数「減算」を組み合わせることで、前日株価の高値と安値の差を求める式となる。このように、株の購入を行う際に参考となる式を部品と関数の組み合わせで作成することが可能である。汎用ロボット 1 作成システムで利用可能な関数を表 2 に示す。

最後に、これらの計算式と関係演算子から条件式を作成する。本システムによって作られた取引エージェントは、これらの条件式から売買シグナルを導出する。汎用ロボット 1 作成システムで利用可能な関係演算子を表 3 に示す。

3.4.3 売買行動

シグナルが検出されると、エージェントは売買行動を行う。指定可能な行動を表 4 にまとめる。各シグナルは、売買行動と結びつけられ一つのシグナルにつき、一つの行動が実行される。

また、これらの行動には優先順位を使うことができ、複数の

表 1 指 標
Table 1 Available Indexes

指標	内容
テクニカル分析手法	MACD, ボリュームレシオなど
移動平均関数	単純移動平均, 加重移動平均など
株価データ	始値, 終値, 高値, 安値, 出来高など
決算データ	資本金, 純利益など
為替	米ドル, ユーロなど
国内外指標	日経 225, ダウ平均など
ポートフォリオ	現在価格, 保有日数など
定数	ユーザが定義する定数

表 2 関 数
Table 2 Available Functions

関数	内容
四則演算	加算, 減算, 剰余など
絶対値	絶対値の計算
整数化	A に最も近い整数など
平方計算	平方根, 累乗など
対数	自然対数・常用対数
三角関数	正弦・余弦・正接
最大小値	A,B の最大値, 最小値

表 3 関係演算子
Table 3 Available Conditions

条件式	内容
等価	$c_i = c_j$
比較	$c_i > c_j, c_i \leq c_j$
否定	$c_i \neq c_j$
論理演算	$c_i \& c_j, c_i c_j$

条件が同時にマッチしたときは, 優先順位が高い行動から順に行われる。

表 4 売買行動
Table 4 Action of Universal Robot1

行動	内容
現物買い	新規株の購入
信用売り	新規空売り
現物売り	保有株の売却
信用返済	空売り株の買い戻し
キャンセル	約定していない注文のキャンセル

3.5 汎用ロボット 2 作成システム

3.5.1 基本システム

汎用ロボット 1 は, 投資に関して高い知識を持っていることを前提に設計された。

一方, カブロボコンテスト参加者には, 本コンテストを通じて投資を学んでいる参加者も多い。そこで, そのような投資に詳しくない参加者を対象とし, 複雑な計算式を排除したエージェント作成のための支援システムを提案する。本システムによって作成された取引エージェントを, 汎用ロボット 2 と呼ぶ。

本システムのユーザは, まずウィザード式に, ポートフォリオ, スクリーニング等の投資戦略を選択し, シグナルの検出方法及び売買行動を決定する(図 4)。その後, 必要に応じて詳細パラメータを設定することが可能である。

本システムでは複雑な計算を排除するために, シグナルとして一般的なものをあらかじめ用意し, ユーザはそれらを組み合わせることによって独自の戦略を作成する。



図 4 汎用ロボット 2 作成のためのウィザード画面
Fig.4 Wizard Configuration for Universal Robot2

3.5.2 設定ウィザード

まずエージェント作成ウィザードによってエージェントの基本的な投資戦略を決定する。本システムを利用することで, ウィザード形式で簡単な質問に答えるだけで取引エージェントが作成できるため, 初心者でも比較的容易に利用することが可能である。本システムのウィザードの質問項目を表 5 に示す。

表 5 ウィザード項目
Table 5 Universal Robot2 Configuration Wizard Items

項目	内容
投資額	一日に利用する投資額
リスク分散	一日に購入する銘柄数
注目株 (カテゴリー)	取引を優先するカテゴリ
注目株 (ランキング)	取引を優先する銘柄
保有日数	購入株の最大保有日数
目標利益率	利益確定の目標額
損失時行動	損失が発生したときの行動
スクリーニング条件	購入銘柄条件

3.5.3 基本シグナル

本システムでは, 単純化のため複雑な計算は排除し, シグナル導出はあらかじめ決められた基本シグナルの組み合わせによって行う。

本システムでは, 基本シグナルとして, ゴールデンクロス^(注2)や, ドンチャンプレイクアウト^(注3)などの一般的なシグナル

(注2) : 25 日移動平均線を 10 日移動平均線が下から上に突き抜けたシグナル

(注3) : 終値が過去 40 日間の最高値を更新したシグナル

るをあらかじめ用意する。ユーザは、これらの基本シグナルを組み合わせて戦略を作成し、すべてのシグナルが検出されたとき売買行動を行う。本システムで用いられる基本シグナルを表6に示す。

表6 汎用ロボット2における基本シグナル
Table 6 Basic signals for Universal Robot 2

項目	内容
ファンダメンタル情報	PER, PBRなどのファンダメンタル情報
テクニカル分析情報	テクニカル分析のシグナルの有無
市場情報	日経225などの指標情報
銘柄情報	始値や出来高などの株価情報
一般情報	日付や保有株数など

3.6 実装環境

本システムは、WEBアプリケーションとして実装された。WEBサーバにはDELLのPowerEdge850(Pentium4, 3.0GHz)を利用し、サーバアプリケーションは、apache-2.0, apache-tomcat-5.5を利用した。なお、本システムの開発にはJava1.5を使用した。

4. カブロボコンテストにおける利用状況

4.1 分析対象

本支援システムは、2006年8月1日から同年12月1日まで開催された第一回スーパーカブロボコンテストにおいて利用された。本コンテストには6264人の参加者がおり、8367体の取引エージェントが登録された。

本論文では、これらの取引エージェントの中で、コンテスト終了時に本戦で稼働していた1000体の取引エージェントを対象に分析を行った。

4.2 登録情報

まず、表7に各カブロボの参加台数を示す。これを見ると、自作ロボットが全体の40%程度を占めるものの、汎用ロボットも30%ずつ、計60%利用されており、自作ロボットよりも汎用ロボットによる参加者の方が多い。このことから、本研究で開発された支援システムがコンテスト参加者に十分支持されていたことが伺える。

次に、各ロボットの平均稼働日数を表8に示す。これを見ると、自作ロボットの稼働日数が長く汎用ロボット2の稼働日数が短いことが分かる。自作ロボットの稼働日数が長いのは、SDKの公開がコンテスト開始日より早く、コンテスト開始と同時に稼働を始めた取引エージェントが多かったためである。一方、汎用ロボット2は開発が遅れたため、利用可能となったのが大会開催後となり、その結果平均としての稼働日数が短い結果になった。

しかしながら、汎用ロボット2は利用可能になった時期が遅いにもかかわらず利用者が汎用ロボット1よりも多いことから、より簡単に作成可能な汎用ロボット2のニーズが大きかったと推測される。

表7 参加台数

Table 7 Number of Robots

	参加台数
全体	1000
自作ロボット	391
汎用ロボット1	296
汎用ロボット2	313

表8 平均稼働日数

Table 8 Averages of Operating Days

	平均稼働日数
全体	43.64
自作ロボット	49.95
汎用ロボット1	41.29
汎用ロボット2	37.97

4.3 コンテストにおける運用状況詳細

提案システムの目的は、プログラミングスキルの少ない投資家の投資戦略を取引エージェント上に再現することにある。そこで、本システムによって作成された取引エージェントの投資行動が、プログラムによって作成された自作ロボットと同レベルであれば、目的を達することができたと考えることができる。

そこで、コンテストにおける運用状況をいくつかの指標をもとに評価し、提案システムによって作成された取引エージェントと自作ロボットとの差を比較する。

4.3.1 運用成績

まず、各ロボットの運用成績を分析する。

表9に、各ロボットの最終的な成績の平均を示す。数値は、初期資産5000万に対するコンテスト最終日における資産の比である。

最終資産の初期資産に対する割合は、汎用ロボット1のみが1.0を超え、平均して資産が増加した。それ以外は、平均すると資産は減少した。しかし、その差はわずかであり、いずれかの方法で作成した取引エージェントがすぐれた成績を残すということはなかった。

一般に自作ロボット製作者の方がコンテストに真剣に参加し、成績も良くなると考えられがちであるが、この結果から必ずしもそのような傾向は見られないことが明らかとなった。いずれのロボットを利用しても大きなハンディを負うことなくコンテストに参加できたといえる。これによって、汎用ロボットはプログラム能力の高くない投資家にもコンテストの門戸を開いたという意味で大きな役割を果たしたことが明らかとなった。

表9 最終資産平均

Table 9 Averages of Final Assets

	最終資産
全体	0.996
自作ロボット	0.993
汎用ロボット1	1.010
汎用ロボット2	0.986

4.3.2 平均取引数

取引回数は、取引エージェントの取引の活発さを示す指標となる。取引回数が少なければ株の購入回数が少なく、一度購入した株をなかなか手放さないエージェントということになる。極端に取引回数が多いエージェントや少ないエージェントはコンテストの性質上好ましくない。

表 10 に各ロボットがコンテスト期間中に行った取引総数と、一日平均取引数を示す。取引総数は、コンテスト期間中に各取引エージェントが行った取引の総数である。また、一日平均取引数は各取引エージェントが一日当たり取引を行った回数の平均である。

まず、取引総数の平均は、自作ロボットが多い事が分かる。これは、表 8 で示したとおり、自作ロボットの稼働日数は他の汎用ロボットに比べ多いためである。一日平均取引数は、汎用ロボット 1 が若干少ないものの、どの方法で作られた取引エージェントも一日あたりの取引回数の平均はほぼ 2 回程度である。これより、汎用ロボットも自作ロボットと同程度の取引回数を確保できていることが分かる。

表 10 取引総数
Table 10 Number of Trades

	取引総数平均	一日平均取引数
全体	173.4	2.10
自作ロボット	221.5	2.16
汎用ロボット 1	145.7	1.87
汎用ロボット 2	157.5	2.22

4.3.3 取引銘柄数

次に、表 11 に取引した銘柄数を示す。これは、一つの取引エージェントが取引を行った銘柄の種類数の平均である。たとえ、複数回の取引を行ったとしても、取引対象が一銘柄であれば取引銘柄数は 1 である。

取引銘柄数は多ければよいというものではないが、少なすぎると、リスクマネジメントの観点から望ましくない。

表 11 より、自作ロボットに比べ 2 つの汎用ロボットの取引銘柄数が少ないことが分かる。すなわち、汎用ロボットは、取引数は多いものの取引を行った銘柄の種類数は少ない、つまり一部の銘柄のみ取引を行ったということになる。

ここで、汎用ロボット 1 における取引数上位 5 銘柄とその取引数が全体に占める割合を表 12 に示す。一位の銘柄をみると日本水産 (1332) である。日本水産は、銘柄コードが一番小さい銘柄であり、カブロボ SDK においてすべての銘柄を走査する際に、最初に出現する銘柄であることが分かっている。また、第 2 位の東急建設は 5 番目に出現し、第 3 位のマルハグループは銘柄コードが 2 番目に出現することが分かっている。また、表 13 より、銘柄コードが小さい方から 5 銘柄、すなわち、売買可能な 500 銘柄のうち銘柄コードが小さい銘柄の 1% で、購入総数の 15.36% を占めていることが確認された。

以上より、汎用ロボット 1 の売買上位銘柄は銘柄コードが小さいものに偏っている可能性が高い。これは、汎用ロボット 1

が銘柄コード順にシグナル検出を行い、シグナルが検出された銘柄から順に購入していきってしまうために発生したと考えられる。

このような購入銘柄の偏りは、望ましい物ではないため今後汎用ロボット 1 のアルゴリズムの改良が必要である。

表 11 取引銘柄数
Table 11 Number of Traded Stocks

	取引銘柄数
全体	49.7
自作ロボット	71.0
汎用ロボット 1	45.5
汎用ロボット 2	27.0

表 12 汎用ロボット 1 の取引数上位 5 銘柄
Table 12 Top 5 Trade Ratio by Universal Robot1

順位	銘柄コード	銘柄	取引数割合
1	1332	日本水産	5.7%
2	1720	東急建設	4.3%
3	1334	マルハグループ	2.8%
4	4689	ヤフー	2.3%
5	8571	ニッシン	2.0%

表 13 出現順上位 5 銘柄の汎用ロボット 1 の取引割合
Table 13 Trade Ratio of First 5 Stocks by Universal Robot1

出現順	銘柄コード	銘柄名	取引割合
1	1332	日本水産	5.70%
2	1334	マルハグループ	2.85%
3	1605	国際帝石	1.33%
4	1662	石油資源開発	1.14%
5	1720	東急建設	4.34%
計			15.36%

5. アンケート調査

本コンテスト終了後、コンテスト参加者を対象としたアンケートを行った。その集計結果を示す。

5.1 バックグラウンド

まず、図 5、6 に参加者のプログラム経験及び、投資経験の割合を示す。まず、図 5 より、参加者の半数近くがプログラム未経験者であることが分かった。一方、図 6 より、70%以上の参加者が 1 年以上の投資経験を持っていることが分かる。したがって、本コンテストの参加者は、アルゴリズム的な興味による参加者よりも、投資に興味があつて参加した者の方が多かったのではないかと推測される。

次に、利用ロボット別のプログラミング経験、株の投資経験を図 7、8 に示す。それぞれ、横軸はプログラミング経験、投資経験を示し、縦軸は各ロボットユーザの中での割合を示している。

図7より、汎用ロボット利用者のほとんどがプログラム未経験者であることが分かった。したがって、汎用ロボットはプログラム未経験者に対してカブロボコンテスト参加を促す大きな要因になったと考えられる。一方、図8より自作ロボットを利用した参加者のうち、投資経験が1年以上である参加者が65%だったのに対し、汎用ロボットを利用した参加者のうち80%が投資経験が1年以上であった。

これより、自作ロボットで参加した参加者は、投資そのものよりもアルゴリズム的な興味を持って参加し、汎用ロボットで参加した参加者は、投資そのものに興味があつて参加したのではないかと推測される。

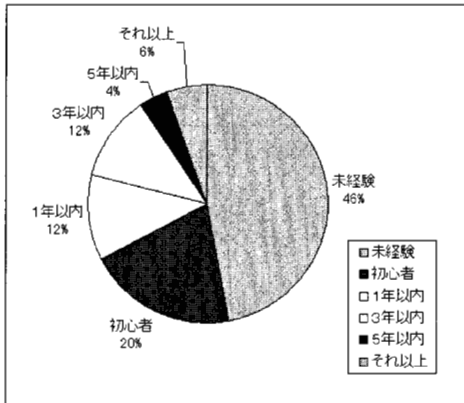


図5 プログラミング経験
Fig.5 Programming Experience of All Users

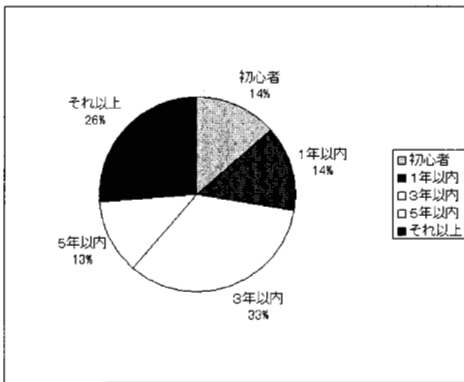


図6 投資経験
Fig.6 Trade Experience of All Users

5.2 ロボットの評価

図9は、SDK及び、汎用ロボットが便利だったかどうかを聞いた結果である。

これより、SDKを含めこれらのシステム全てに対しておおよそ好意的な感想が持たれていることが分かった。

ただし、汎用ロボット2の利用者のうち20%以上が、「便利で

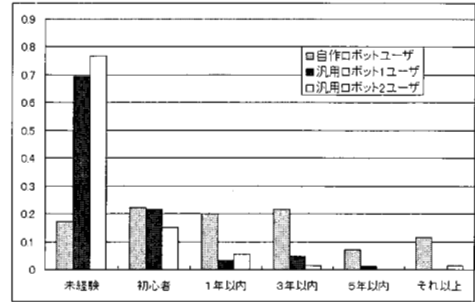


図7 ロボット別プログラミング経験
Fig.7 Programming Experience of Each System Users

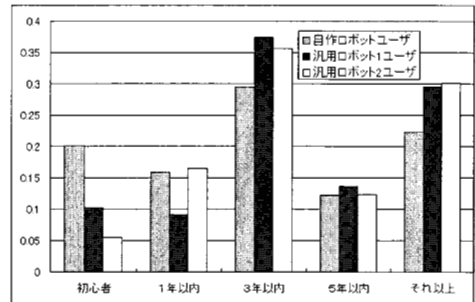


図8 ロボット別投資経験
Fig.8 Trade Experience of Each System Users

はない・あまり便利ではない」と反応していることから、より使いやすいシステムの開発が必要であると考えられる。

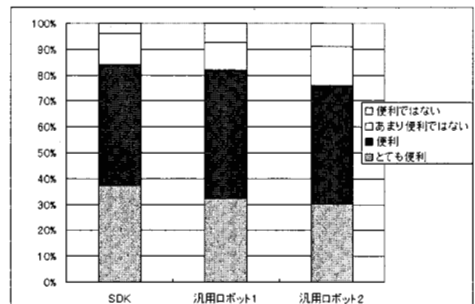


図9 カブロボ SDK 及び作成支援システムの評価
Fig.9 Evaluation of SDK and Support Systems

5.3 要望

Javaプログラミングで利用するSDK及び、取引エージェント作成支援システムに対する要望は表14の通りであった。

ここから、今後の要望としては、主に機能の充実が求められている事が分かる。特に、「成績分析機能」や「スクリプト機能」などの複雑な機能を求めている参加者が、「簡単な設定法」や「ウィザードの充実」など簡単化のための機能を導入して欲

しいと考えている参加者よりも多いことから、今後はさらに詳細な設定を行うことができるような機能を導入することが求められていると考えられる。

また、機能の充実だけではなく、ヘルプをわかりやすくして欲しい、などのユーザインターフェースに関する要望も出されている。これらの要望にこたえられるよう、さらなる機能の充実と共に、より使いやすいシステムの開発が今後の課題である。

表 14 要 望
Table 14 Request

要望	
多様な成績分析機能	54%
ポートフォリオ管理機能	50%
銘柄分散・ソート機能	34%
簡易スクリプトでロボットが書ける機能	31%
もっと簡単な設定方法	31%
ウィザードの充実	29%
アプリケーションのインストールを不要に	23%
特になし	22%
部品の流用	20%
ヘルプ・ナビゲーション機能	18%
その他	6%

6. 結 論

本研究では、プログラミングスキルの少ない投資家が自分の投資戦略を実現する自動取引エージェントを作成できるようにすることを目的に、取引エージェント作成支援システムを開発した。本システムは、株式取引のアルゴリズムコンテストであるスーパーカブロボコンテストで利用された。

作成支援システムには、独自の売買シグナルを作成する汎用ロボット1作成支援システムと、ウィザードによる設定が可能な汎用ロボット2作成支援システムの二種類を用意した。コンテストに参加した取引エージェントのうち、作成支援システムを利用して作成された取引エージェント(汎用ロボット)数は全体の60%程度であった。自作ロボットよりも汎用ロボット1,2の利用者数が多かったことから、提案システムがコンテスト参加者数を増加させることに貢献したことが明らかとなった。

また、汎用ロボットの取引の詳細を分析した結果、自作ロボットと汎用ロボットの売買行動に大きな差はなく、取引数や資産状況の観点からは、自作ロボットと遜色のない結果が得られ、作成支援システムの有用性が確認できた。一方で、取引銘柄の種類が自作ロボットに比べると著しく少ないことが確認された。そこで、今後は一部の銘柄に固まった購入をしないようにする工夫をする必要がある。

また、アンケートによる回答から、汎用ロボットを利用することで、多くのプログラム経験の少ない投資家の参加が容易になったことが明らかとなった。

なお、2007年2月から、総額5億円の資金を用いて、取引エージェントが行う取引を実際の証券取引所に発注し、運用している。実際の取引に利用されている取引エージェントは、本

研究で開発された取引エージェント作成システムによって作成された汎用ロボットを含む、定性的な総合評価の成績上位10体の取引エージェントである。

ただし、この実運用に用いられた汎用ロボットは10体中1体のみであり、9体は自作ロボットであった。そこで、今後は実運用を任せることが出来る信頼性の高い取引エージェントを作成するための仕組みを用意し、より高度な取引エージェント作成支援システムを開発することが、今後の課題である。

文 献

- [1] 週間ダイヤモンド 2006 7, 8 月号
- [2] TradeStation: <http://www.tradestation.com/>
- [3] パイロン: <http://www.pylonsoft.com/>
- [4] ZEUS: <http://www.delight-web.com/zeus/>
- [5] OmegaChart: <http://www.omegachart.org/>
- [6] 島海不二夫, “スーパー株ロボを作ろう, 秀和システム (2006)
- [7] 和泉潔, 人工市場: 市場分析への複雑系アプローチ, 森北出版 (2003)
- [8] 高橋, 寺野, “エージェントモデルによる金融市場のミクロマクロ構造の分析: リスクマネジメントと資産価格変動”, 電子情報通信学会論文誌 D1, Vol. J86-D1 No. 8 pp. 618-628 (2003)
- [9] 中島, 松井, “U-Mart プロジェクトの概要”, 計測と制御, Vol. 43, No. 12, 2005
- [10] 松井, 大和田, 強化学習を用いた株式取引エージェントの評価, 2006 年度人工知能学会全国大会 (第 20 回), 3C1-6 (2006).