

# 効率的な投資を目的とした 投資シミュレーションシステム (ISIS) の研究開発

小野 昌男 (15803018), 田村 祐一 (15803051), 行貝 昌彦 (15803096)  
原田研究室

## 1. 研究背景

近年、株式投資がブームで様々な投資手法が書籍や WEB 上で紹介されている。それらの手法には効果の高いものも多いが、どの手法がどの程度信頼でき、どの程度効果を持っているかはっきり分からないのが現状である。そこでどの手法をどこで用いれば効率的な株式投資による資産運用が出来るか研究していく。

## 2. 研究テーマ

### 2.1. 一般的な投資手法のシミュレーションによる評価

本研究では、ゴールデンクロス&デッドクロス、乖離率、RSIの売買シミュレーションを行い長期国債利回りと比較して評価する。

### 2.2. 株価予測に基づく投資手法の作成・評価

企業の財務状況によって、投資対象企業を選定し、選定企業に対して、株価の動きなどから投資を行っていく投資手法VIP (Value Involving Property) パリュウ投資法を作成し、長期国債利回りと比較して評価する。

### 2.3. 最良の投資行動の探索

上記の投資手法から異なった売買指示があった時、どの投資手法 (又は、どの投資手法の売買判断の組合せ) を信頼するかを強化学習で見つける。

## 3. 投資シミュレーションシステムISISの概要

指定したシミュレーション期間中、自動的に複数の投資手法を基に東証1部・2部[1][2][3]の銘柄を売買取引できる。取引詳細はチャート表示、取引企業一覧、売買判定詳細等から検証できる。複数の投資手法から、それぞれ異なる売買指示が出たときにどの手法が、又はどの手法の組み合わせの判断が信頼できるか強化学習の実験結果より評価できる。

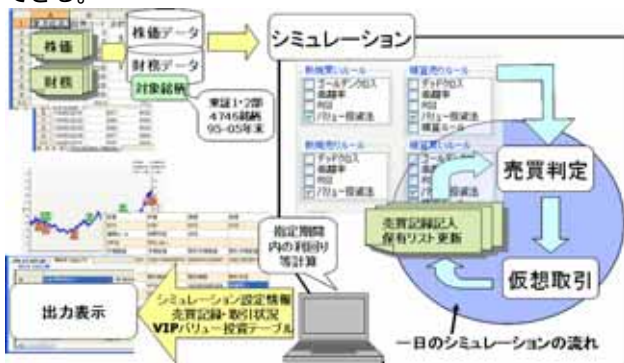


図1: ISISのシステム概要[1][2][3]

## 4. 一般的な投資手法のシミュレーションによる評価

### 4.1. テクニカル分析手法

移動平均線によって判定されるゴールデンクロス&デッドクロス、直近の株価の動きによって判定されるRSI、株価と移動平均線の乖離具合によって判定される乖離率を用いる[4]。

### 4.2. シミュレーション実験と評価

実験の期間は、開始日と終了日のTOPIXの値が同じになるように2002年始め~2003年末で実験とした。各手法の年利回りが最も出る最適なパラメータを実験によって求め、そのパラメータによる年利回りと長期国債利回り[5]を比較する。

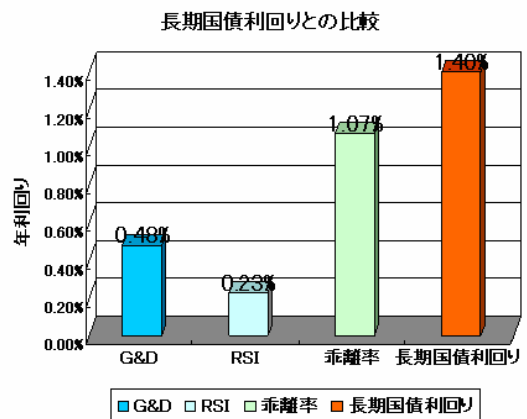


図2: テクニカル分析実験結果

図2が実験結果である。いずれも長期国債利回りには届かないものの、年利回りはプラスであり、乖離率に至っては、長期国債利回りに近い年利回りが出る事がわかった。

## 5. 株価予測に基づく投資手法の作成・評価

### 5.1. VIP (Value Involving Property) パリュウ投資法

企業の財務状況 (BPS、自己資本比率等) により、投資を行う企業を絞っていく。絞った企業に対して、その企業の過去5年間分の株価データから、高値、安値を探しだし、過去の高値PBR、安値PBRから現在の予測PBRを求める。現在のBPSを予測PBRにかけることによって、現在の予測株価を求める。図3に示すように現在の株価が予測株価に近い値であり、移動平均線の傾きが上に凸又は下に凸、株価のトレンドが上昇、もしくは下降である時期に売買をしていく[6][7][8][9]。

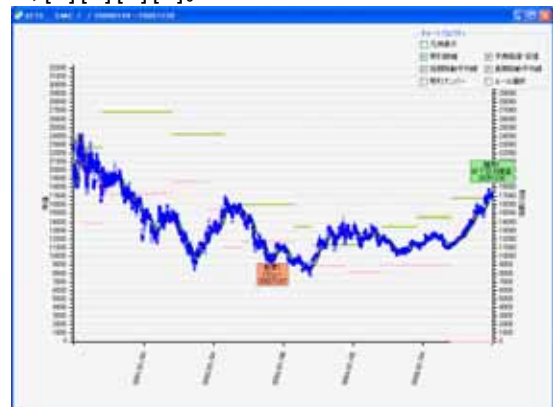


図3: パリュウ投資法

## 5.2. 評価実験

取引件数は最低 100 件[10]という条件の基、年利が最も高くなる最適なパラメータの組み合わせを探索する。実験の期間は、開始日と終了日の TOPIX の値が同じくらいになるように 2000 年始め～2005 年末とした。最適なパラメータを実験によって求めた後、長期国債利回りと比較する。

### 4.3.4. 実験結果

表 1: 最適パラメーター一覧

極値比率	0.6	投資レンジ	0.05
週足移動平均線	7	短期移動平均線	10
予測方法	PBR平均	トレンド計算日数	60
予測年数	3	トレンド判定比率	70-80

上記のパラメータで、年利回りが 10.884%、取引件数 103 件という結果が得られた。長期国債利回りは、2000 年 1 月 4 日付けで、1.695%であった。

### 4.3.5. 評価

長期国債利回りを実験結果の年利回りを比較する。

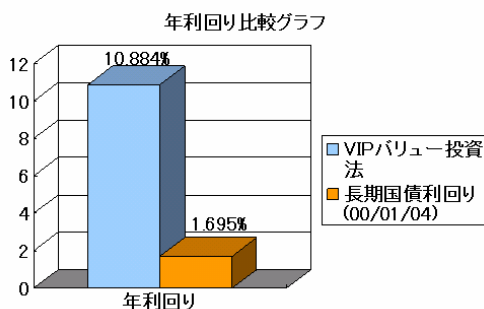


図 4: VIP バリュー投資法と長期国債利回りの比較

図 4 より明らかに VIP バリュー投資法が長期国債利回りを上回っていることがわかる。これより、VIP バリュー投資法は成果を出ることができる投資手法ということがわかった。

## 6. 最適な投資行動

### 6.1. 強化学習

強化学習とはある環境下においてエージェントにもっとも価値のある行動を取らせるように学習させていく教師なし機械学習の一種と考えられる。エージェントは環境を観測し、その環境の“状態”を得る。状態とは、各投資手法の売買判定状況と、エージェント自身の投資状況を組み合わせたものである。観測した状態と与えられた行動戦略に基づき“行動”を起こす。その行動の結果に応じてエージェントに“報酬”を与える。エージェントはその報酬が最大化するように学習を重ねていき、最終的に環境に対してもっとも報酬が多く得られるような“最適方策”を獲得する。本研究では、強化学習アルゴリズムに Q-learning を使用している[11][12]。投資問題に適用するにあたり、“状態”を表すのに投資手法の売買判定状況を使用しているのが大きな特徴である。また、報酬には日々の総利益率の変化を与えている。

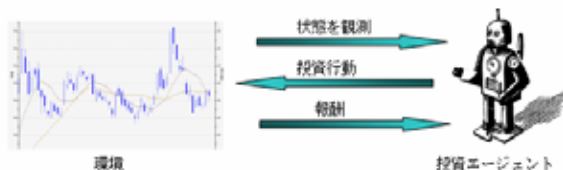


図 5: 強化学習の概要

### 6.2. 評価実験

パラメータの組み合わせごとに、株価のトレンドが異なる 3 つの期間でシミュレーションをする。その結果を「リスク」と「利益率」の観点から評価をする。

### 6.3. 実験結果

表 2: 強化学習最適パラメータ

使用ルール	ゴールデンドロウ	割引率	0.7
	乖離率	状態更新期間	5日間
	RSI	累積値ステップ	500
	トレンド	学習回数	200万回
報酬の種類	総利益率変化		

上記のパラメータで実験をした結果以下の結果が得られた。項目名はトレンドの種類。例えば「横ばい」ならシミュレーション期間中の株価の変動が最終的にほぼ 0 になる期間である。下の表は実験結果である。右の学習前の値はまったくランダムに売買させたときの値である。

表 3: 強化学習実験結果

		学習後	学習前
利益率	横ばい	-3.278%	-0.0035%
	下降	-0.334%	-0.0035%
	上昇	-4.884%	-0.088%

### 6.4. 評価

この結果を見ると、学習後は全ての値がマイナスになっている。もし、学習がうまくいっておらずでたまたま売買をした場合、右側の学習前のような数値になるはずである。逆に言うと“負けることが出来ている”のである。これは、報酬の与え方が逆になっているか、どこかでエージェントが値を逆に学習している可能性がある。そこを今後改善するのが課題となる。

## 7. 今後の課題

投資手法の修正・追加、シミュレーション精度の向上など基本的な性能改善もさることながら、株価データベースを WEB から情報を取得する仕組みを作りリアルタイムな環境下でのシミュレーションを出来るようにすることが挙げられる。

### 参考文献

- [1] 株式会社東洋経済新報社: 株価 CD-ROM2006 年版
- [2] 株式会社東洋経済新報社: 財務カルテ CD-ROM2006 版
- [3] 株式会社東洋経済新報社: 会社基本データ
- [4] 藤本 彦: ちゃんと儲けたい人のための株価チャート分析大全, 自由国民社, 東京(2004)
- [5] 日経マネー編集部: 日経マネー DIGITAL, <http://nikkeimoney.jp/index.html>
- [6] 西川 望: テクニカル指標とファンダメンタル指標を基にした多変量解析による株式投資システムに関する研究, 原田研究室修士論文(1996)
- [7] 榊原正幸: 株式投資「必勝ゼミ」, PHP, 東京(2005)
- [8] 榊原正幸: 株式投資「必勝ゼミ」第 2 講<進化する頭脳>, PHP, 東京(2006)
- [9] くらげ: 初心者投資 - パフェット、グレアムとゆかいな相場師たち, <http://stocks.e-kurage.com/>
- [10] 小峰みどり: 証券アナリストのための数学入門, ビジネス教育出版社, 東京(1989)
- [11] 麻生英樹、津田宏治、村田昇: パターン認識と学習の統計学, 岩波書店, 東京(2003)
- [12] 木村 元, 宮崎 和光, 小林 重信: 1.1 強化学習 (Reinforcement Learning) とは?, [http://www.fe.dis.titech.ac.jp/~gen/edu/RL\\_intro.html](http://www.fe.dis.titech.ac.jp/~gen/edu/RL_intro.html)