

北海道科学大学大学院情報工学専攻における 「シミュレーション特論」の教育内容及び方法と実践

Contents and Methods of Training and Practices of Advanced Simulation in the Division of Information Engineering at HUS Graduate School

小松隆行*

Takayuki Komatsu

概要

本学大学院情報工学専攻修士課程の科目「シミュレーション特論」の内容、方法、そして実践について報告する。近年「FinTech⁽¹⁾」という言葉で象徴されている金融分野での IT 活用であるが、その代表のひとつである株売買の自動取引プログラム（システムトレード）について学ぶ。Java の株売買のパッケージ（フレームワーク）を利用して Java プログラムを組み、それを実際の過去の株価データ（東証一部 50 社の 1 年分）を用いて実行し株取引シミュレーションを行い、より大きいゲインが得られるようにチューニングさせる。このプログラミングでは、主にテクニカル分析指標を利用するが、ファンダメンタル分析として財務諸表による経営分析も行う。日経平均や TOPIX、ダウ平均株価のアップトゥデイトのチャートを使った分析や、外国為替や FX への応用なども行っている。

1. はじめに

本学の大学院情報工学専攻修士課程における選択科目として、1 年次後期に科目「シミュレーション特論」を半期 15 回で開講している。

現在、世界の株取引におけるコンピュータプログラムによる自動売買は急激に増加してきている。いまや米国の株取引の 7 割がこのシステムトレードによって行われ、日本でも 5 割を超えたとの報告がある。ビッグデータ分析とリンクした人工知能によるプログラムが実用化され、近年頻発しているフラッシュクラッシュと呼ばれる株式市場の急変、つまり暴落は、このプログラムに起因するとも言われている。世界中に流れる twitter のツイートを監視して、株式市場に悪影響を与える不穏な単語が一定数以上増加すると大量の売り注文を出すというアルゴリズムもあると言われている。手作業によるシステムトレードプログラム開発は、人工知能によって代替されようとしている現実もある。米国では大量のトレーダーが人工知能プログラムに取って代わられレイオフされたことが、最近報じられた⁽²⁾。

本特論では、株取引の基礎や株価チャートの分析手法を学び、Java⁽³⁾ によるシステムトレードプログラム（カブロボ）を作成改造し動作させることで、実践的な Java プログラミングとシステムトレード

の手法を修得することを目的とする。株取引のための基本事項、関連する企業経営の知識（財務諸表や経営分析）、経済動向に関する基本知識（外国為替）、金融商品（オプションや FX）に関する基本知識についても理解し、修得することも目的とする。

2. 教育内容と実践方法

授業では、講義と PC での演習を並行して実施する。講義はパワーポイントによって行い、株式や株取引の基本知識、および関連する専門用語などを解説する。株売買の自動取引プログラムを作るためのカブロボ⁽⁴⁾のフレームワークは、Java のライブラリーとして提供されているので、自分の PC にインストールし、Java の統合開発環境 Eclipse でそれらを利用して自分のカブロボプログラムを開発し実行することができる。パフォーマンス（キャピタルゲイン）が大きくなるように、学生自身でチューニングする。プログラムとして最適解はないので、自分なりの準最適解を作る。また毎回、日本経済新聞の Web サイト⁽⁵⁾や Yahoo!Japan Finance⁽⁶⁾（以下 Yahoo!Finance と略）記事について簡単なディスカッションも行っている。

授業内容を以下で説明する。まず、株式の意味や株価チャートの読み方、4 本値の意味とローソク足

* 北海道科学大学大学院情報工学専攻

の見方, Excel シートでのチャート作成演習, 日本経済新聞の Web サイト⁽⁵⁾の記事の紹介と株価との関係の解説や分析, Yahoo! Finance の使い方などを説明する。テクニカル分析の基本である移動平均線 (MA, 短期/中期/長期) の意味と, それらを用いた売買シグナルとしてのゴールデンクロスとデッドクロスを解説する。Yahoo! Finance の多機能チャートを利用するなどして, 実際の株価チャートからゴールデンクロスとデッドクロスを探したり, その前後のローソク足の動きを見て確認したりもする (図 1)。また並行して, カブロボプログラミングに先立ち, 株取引シミュレーションサイトのトレダビ⁽⁷⁾で仮想通貨 (無価値) での株の売買取引を体験させる。



図 1 移動平均線とゴールデンクロスの解説例

続いて, 基本的なトレンド分析法として上値抵抗線と下値支持線や三尊と逆三尊を, また特徴的なチャート形としての三角持ち合いなどを解説する。随時, Yahoo! Finance の多機能チャートを使い, 学生の興味に応じて東証一部上場企業 (有名 IT 企業やゲーム制作会社など) を検索し, その企業のチャートにおいて補助線を描くなどして, 学んだ知識と分析法を確認させることも毎回行っている (図 2)。

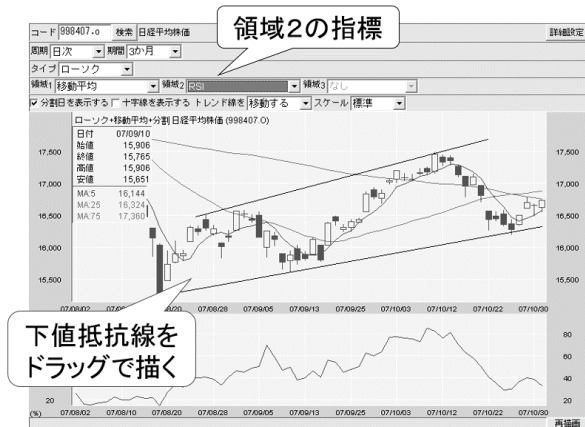


図 2 上値抵抗線と下値支持線の解説と分析例

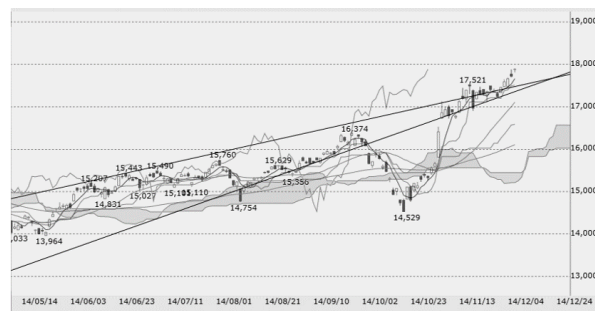


図 3 トレンド系指標の例: 一目均衡表

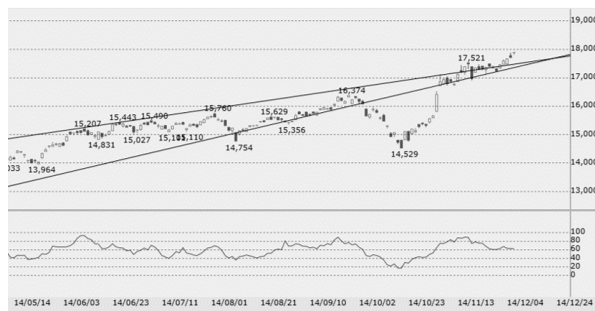


図 4 オシレータ系指標の例: RSI

テクニカル分析指標は, トレンド系とオシレータ系に分けて解説する。トレンド系指標としては, MA (移動平均線) の他に, ボリンジャーバンド, エンペロープ, 一目均衡表などを, オシレータ系指標としては, サイコロジカルライン, MACD (移動平均・収束・拡散指標), 相対力指数 RSI, ボラティリティ, 移動平均乖離率を解説している。これらも同様に, Yahoo! Finance の多機能チャートを利用して, 実際の株価のチャートでの分析と解説を毎回行っている。トレンド系の解説例として一目均衡表を図 3 に, オシレータ系の解説例として RSI を図 4 に示す。

2016 年 11 月の米国大統領選挙の時の株価の急変の時も, 講義でチャートの分析解説した。この急変は, twitter でのツイート内容やどちらの候補が優勢かという報道内容に起因したとも言われているが, 一目均衡表では, 「雲」のあたりで反発していた。システムトレードの仕組みを理解し, テクニカル分析を用いることで, この急変と反発の原因の予測を得られる, と講義では解説した。

国際情勢, 経済など時事ニュースと株価の関係を毎回の講義の冒頭で解説すると同時に, テクニカル分析でチャートを見てみる。その時点から短期的な未来に, 株価や株式相場がどうなるかも予想し, 次回の授業でレビューして, トレダビでも仮想の株売買をやらせている。仮想的ではあるが, 好みのテクニカル分析を利用して, その後のリターンとロス

数字として体験できるので、テクニカル分析による株取引を実感できると考えられる。

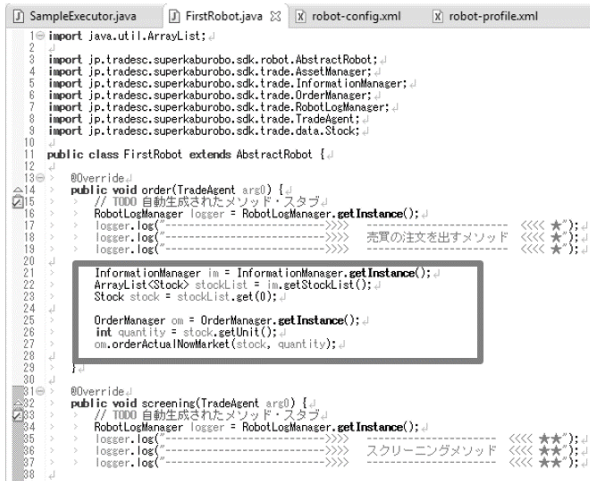


図5 カブロボによる株購入プログラム例

カブロボフレームワークには、資産を扱うための AssetManager クラス、売買注文を扱う OrderManager クラス、個別銘柄クラス Stock などがあり、オブジェクト指向プログラミングを用いて株売買の自動取引プログラムが簡単に作成でき、東証一部上場企業 50 社の実際の過去の株価データ 1 年分を利用して、この期間の任意の期間を指定して株取引シミュレーションを PC 上で実行することができる。取引成績評価ツールも提供されており、これでプログラムの性能をレビューし、チューニングができる。

具体的なチューニングは、テクニカル分析指標の選び方、複数の指標の組み合わせ方、その時のパラメータ値の設定、売買の量の設定、売買戦略（利益確定、ロスカットなど）である。これらは、カブロボのフレームワークを使えば、容易にプログラミングでき、パラメータ値も変数やリテラル値として設定しチューニングできる。Java のプログラムであるので、if 文や switch 文などの条件分岐を用い容易に取引を多機能化できる。Java プログラムが得意でない学生や、テクニカル分析は理解できているものの、実感が持てないような学生は、サンプルプログラムを改造することを許可している。したがって、これまで（8 年間）の履修学生の全員が、何らかのカブロボのプログラムを完成させることができた。

学生が提出した課題例として、「三点チャージ法＋一目均衡表（PG①）」（図 6）と「三点チャージ法＋ゴールデンクロス・デッドクロス（PG②）」（図 7）を使った、2 つの例を紹介する。これらは、サンプルプログラムに機能追加して制作したものである。

ホールド日数 20、損きりライン 0.95、目標上昇率 1.10 として、三点チャージ法のみでの結果は、取引余力 47,902,244 円、株式評価額 4,635,000 円、資産評価額 52,537,244 円であった。PG①では、複数のシグナルを考慮する際、signal という変数を設け、買いシグナルなら signal を +1、売りシグナルなら -1 し、最終的に signal が +1 を超えていれば買い、-1 以下なら売るようにした。三点チャージ法のみよりも飛躍的に結果が伸びた。取引余力 33,731,768 円、株式評価額は 21,411,000 円、資産評価額は 55,142,768 円であった。PG②では、三点チャージ法かゴールデンクロス・デッドクロスで売買のシグナルがあった場合に売買が行われる。結果は三点チャージ法のみよりも少しよい結果となった。取引余力が 2,175,560 円、株式評価額が 50,893,000 円、資産評価額が 53,068,560 円であった。

```
/** 一目均衡表によるシグナル */
public double getIchimoku(Stock stock) {
    TimeManager tm = TimeManager.getInstance();
    InformationManager im = InformationManager.getInstance();
    Ichimoku ichimoku = new Ichimoku();
    double priceToday = im.getStockDaily(stock).getClosingPrice();
    double priceYesterday =
        im.getStockDailyByDate(
            tm.getBusinessDay(-1), stock).getClosingPrice();
    double signal = 0;
    if (priceYesterday < ichimoku.getIndexChangeoverLine(stock, 1)
        && priceToday > ichimoku.getIndexChangeoverLine(stock)) {
        signal++;
    } else if (priceYesterday >
        ichimoku.getIndexChangeoverLine(stock, 1)
        && priceToday <
        ichimoku.getIndexChangeoverLine(stock)) {
        signal--;
    }
}
```

図6 学生の提出課題プログラム例：PG①の一部

```
/** 14日RSIによるシグナル */
public double getGoldenCross(Stock stock) {
    double signal = 0.0;
    // ゴールデンクロスの初期化
    GoldenCross goldenCross =
        new GoldenCross(EnumAnalysisSpan.DAILY, 25, 75);
    signal = goldenCross.getIndexGoldenCross(stock);
    if (signal == 1.0) {
        return signal;
    } else if (signal == -1.0) {
        return signal;
    }
    return signal;
}
```

図7 学生の提出課題プログラム例：PG②の一部

Java でのシミュレーションプログラム作成は、主にテクニカル分析を用いて行うが、実際の株式投資ではファンダメンタル分析の結果を用いる場合もあるので、これについても解説する。カブロボのフレームワークの中にもファンダメンタル分析の指標を返り値とするメソッドも用意されている。ファ

ンダメンタル分析に先立ち、財務諸表の貸借対照表（B/S）、損益計算書（P/L）、キャッシュフロー計算書（C/F）の3種類について解説している。

貸借対照表に記載されている勘定科目などについて説明し、Excel シートを使って流動資産合計などを計算して貸借対照表を完成させ、経営分析について解説し、自己資本比率などの経営分析指標を計算し確認させる。使用データは、東証一部の上場企業のもので、富士通とNEC、トヨタ自動車と日産自動車など、同業の2社について行い比較なども行う。

損益計算書については、売上総利益（粗利）、営業利益、経常利益、税引前当期純利益、当期純利益などを解説し、それぞれの利益に関係する利益率の算出方法と業界平均値との比較などを貸借対照表の分析と同様に行っている。これらも Excel シートを使い、実際の企業データを利用して算出させている。

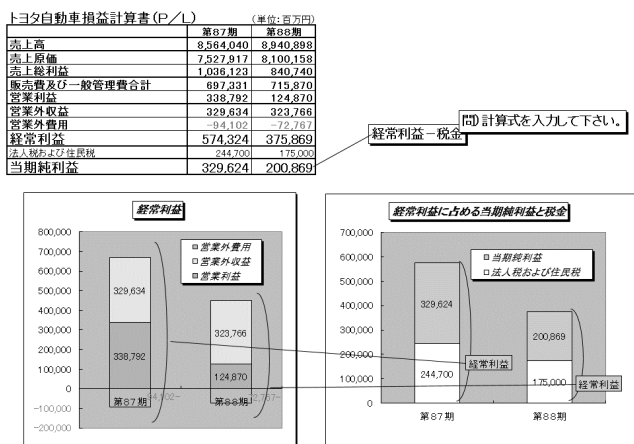


図8 損益計算書と分析のExcel演習シート例

最後に、PER（株価収益率）とPBR（株価純資産倍率）で株価の分析も行っている。これらの前提知識として必要な財務諸表の収益や資産の意味を理解しているので、PERとPBRの理解がしやすい。また、業界毎のPERとPBRの平均値データを示し、Yahoo! Financeで実際の興味ある企業のこれらの値を調べ比較して、PERとPBRの視点から見た株価の割高と割安を把握させている。同時に、ROE（株主資本利益率）やROA（純資産利益率）などの収益性指標についても解説している。また、国内株銘柄の4分類（外需先進国型、外需新興国型、内需型、ディフェンシブ型）についても解説している。

3. 課題と評価について

評価は最終課題提出によって行う。最終課題は、作成したカブロボプログラムとレポートである。プログラム課題は、3つ以上のテクニカル分析テクニ

ックを使用することを条件とする株売買の自動取引プログラム作成である。パフォーマンスを確認し、できるだけリターンが大きいプログラムを作るのが目標であるが、その大小と科目の成績評価とは無関係である。カブロボフレームワークの利用とシステムトレードのための知識の理解と応用の修得が評価の基準である。レポートは、学んだ知識を使った実際の株式市場や経済についての考察である。

4. まとめ

本報告では、北海道科学大学大学院情報工学専攻修士課程における科目「シミュレーション特論」の教育内容及び方法と実践について報告した。情報工学専攻の学生に馴染みのあるプログラミング言語Javaというオブジェクト指向言語によるフレームワークを利用しての実践的なプログラミング演習と、逆に馴染みの薄い株式売買の自動取引プログラムを制作すること、および実際の株取引で必要となる知識や分析方法、関連する財務諸表などの知識を学ぶことは、大きな意義があることと考えられる。外国為替、先物取引、オプション取引、国債、FX（外国為替証拠金取引）、ビットコインなどについても、その仕組みや基礎知識を講義し、株取引のためのテクニカル分析が応用できることも解説している。

システムトレードが世界の実際の株取引の主流となってきた昨今、特に人工知能をエンジンとしたものも増加しており、フラッシュクラッシュのような世界同時不況を引き起こしかねない現象も関係していることから、システムトレードについて修得することは今後も重要であると考えられる。

参考文献

- (1) Wikipedia : 2017年5月24日, <https://en.wikipedia.org/>.
- (2) 日経ビジネス ONLINE: 2017年5月24日, <http://business.nikkeibp.co.jp/>.
- (3) Oracle : 2017年5月24日, <https://www.oracle.com/java/>.
- (4) カブロボ : 2017年5月24日, <http://www.kaburobo.jp/>.
- (5) 日本経済新聞 Web 刊 : 2017年5月24日, <http://www.nikkei.com/>.
- (6) Yahoo!Japan Finance : 2017年5月24日, <https://finance.yahoo.co.jp/>.
- (7) トレダビ : 2017年5月24日, <https://www.k-zone.co.jp/td/>.