

## G-24 株式市場において外部環境により売買判断の多様性を生む 投資家モデルの提案

A Trader Model to Decide Diversely Action for Trading from Environment in Stock Markets

伊東 洋一郎\* 荒井 秀一\* 宮内 新\*  
Yoichiro Ito Shuichi Arai Arata Miyauchi

### 1 はじめに

現在までに、株式市場を複雑系として捉え、市場のモデル化を試みている研究がある [1]。これらの研究では、系を構成する要素を単純化することで、系全体の現象として複雑な振舞を再現している。また、系の中での多様性を表現するために、要素の内部でランダムに行動を決定することで系全体の振舞のモデル化を目指している。

しかし、実際の市場を考えてみると、取引を行っている投資家は、株価やテクニカル分析 [2] 結果である指標を参考に取引の判断を行っている。指標による売買の示唆は一般的に知られた方法が存在しており、投資家はこれらの情報を基に売買の判断を下し取引を行っていると考えられる。しかし、分析結果である株価指標が常に正しい行動を示している訳ではなく、株式市場の状況により信頼できる指標はダイナミックに変化している。そのため、投資家は動的に信頼する指標を変えながら売買の判断をしているものと考えた。そこで、本稿では市場からの入力をもとに売買の判断をする投資家モデルを提案する。

### 2 投資家モデル

株式取引を行う投資家は株価の変動のみだけでなく、テクニカル分析による株価指標や報道されるニュースの情報に基づいて売買の判断している。これらの指標や、ニュースなどの情報は常に適切な行動を示している訳ではない。株価の状態を適切に評価している情報は常に変動しているため、投資家は信頼できる情報をダイナミックに変化させながら売買の判断に利用していると考えられる。

そこで、投資家の過去の判断履歴により指標の信頼性を学習するモデルを考える。判断の記憶は長期的な影響も必要ではあると考え、本稿では短期的な信頼性を学習したいと考え、短期的な判断の履歴から信頼性を学習しようと考えた。指標に対する信頼度の学習は短期 (24 時間以内) の売買判断が、どのような結果を生じさせたかという点をもとに学習する。

売買判断をした株価を  $P_i$ 、現在の株価を  $P_c$  とし、株数を  $V$  とすると現在の利益  $R_i$  は

$$R_i = (P_c - P_i) \cdot V + f(t) \quad (1)$$

のように定義した。指標によって売買の判断をした結果、実際に売買した場合に考えられる利益や損失がその指標の信頼度になると考えた。ここで  $f(t)$  は時間経過によって利益や損失を打ち消す関数である。時間的に新しく判断した結果の方がより信頼度に影響すると考えたためである。

図 1 に投資家の売買判断の流れを示す。過去の経験を基に現在の指標の信頼度を評価し、信頼のある指標の値を基に売買の判断をする。その売買判断の結果を記憶しておき次の指標信頼度の評価に用いる。

### 3 投資家の売買判断の多様性

提案する投資家モデルは入力する情報が同じならば同じ判断を下す。これは人間の場合を考えてみても、前提知識が同じならば、同じ情報を与えれば同じ判断を下すことと同様である。つまり、判断が異なるのは、情報源が異なる場合であり、さらに投資家の持つ経験が異なる場合である。

経験の違いは市場から得られる影響によって変化する。市場に対し売買注文を出した場合、成立するか否かは市場全体の振舞に影響される。

例えば、図 2 のように時間的なずれがあると、同じ注文でも株価の変動があり注文が成立しない場合があるからである。

このように投資家は市場から影響を受けることで投資家間に売買判断の多様性が生まれるものと考えられる。提案するモデルでは外部からの影響により行動の多様性を持たせた。

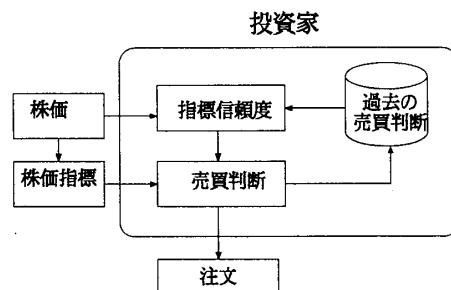


図 1: 売買行動決定の流れ

\*武蔵工業大学, Musashi Institute of Technology

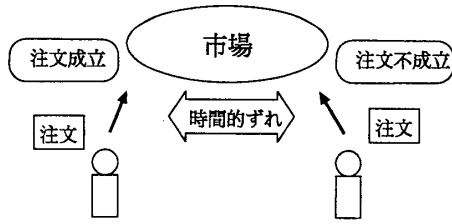


図 2: 注文の時間的ずれによる影響

#### 4 市場全体に対する投資家の振舞

投資家は、入力情報や、外部要因の影響によりダイナミックに売買の判断を行なっているが、売買判断の多様性により市場における振舞も多様な振舞をする。

投資家が売買判断をした結果、投資家の市場のなかでの振舞は、市場の全体としての振舞のなかで決定される。

#### 5 実験

提案した投資家モデルの有効性を確かめるために株式取引のシミュレーションを行なった。株式の売買にはインターネット上の株式売買取引ゲームを用いた。

複数のエージェントにより取引を行なわせ、環境の違いにより異なった売買判断をすることを確認する。また、売買判断の差異、時間的環境により市場全体の中における振舞を確認する。

10 個のエージェントを投資家として株式の取引をさせた。現在の株価、指標の値は各エージェントに共通に与え、指標により売買行動が示された銘柄に関しては現在の注目銘柄として与える。注目銘柄は現在売買判断を下すべき銘柄とみなされる。これにより、売買行動の差異は市場に対する売買行動の結果のみが影響した結果が得られる。

各エージェントは株式市場の取引時間内 10 分毎に情報を取得し売買の判断を下すこととした。また、取引開始直後の各エージェントの資産は等しく、過去の経験は持たないものとした。

##### 5.1 投資家モデルの売買判断

エージェントの取引結果から、売買判断の違いについて確認する。図 3 に買付け判断した銘柄数の平均値の差分を示す。いずれかの指標が売買行動を示した注目銘柄に対して、各エージェントは売買の判断を下す。各時刻において買付けと判断した銘柄の数を全エージェントの平均の差分により示す。

取引開始直後では過去の経験がないために、全てのエージェントは同様の判断をした。各エージェントの買い判断銘柄数が等しいため平均値と同じ 0 を示している。判断結果に基づき売買の注文を出している。この注文が成立するか否かは市場全体の振舞によって決定される。時間経過とともに過去の売買結果に基づき、売買判断の違いが表れる。売買注文の内容により保有銘柄が異なるエージェントがある。保有銘柄に差が生じたために異なる売買判断をするエージェントが出現した。agent.g,h が 11 時 20 分に買いの判断をした銘柄

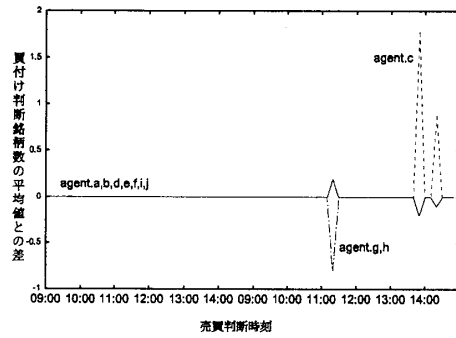


図 3: 買付け判断銘柄数 (平均値との差)

表 1: 投資家エージェント順位 (32053 人中)

agent.a	agent.b	agent.c	agent.d	agent.e
4704	4704	5044	5077	4066
agent.f	agent.g	agent.h	agent.i	agent.j
5087	5181	5181	4532	4587

柄数は他のエージェントより少なかったことを示している。さらに時間が経過し保有銘柄が変化すれば、変動が大きくなると予想される。

##### 5.2 市場全体の中での投資家の振舞

各エージェントの売買判断によって行った取引結果による評価資産の順位を示す。順位は取引引き開始後 2 日間経過時の株式取引ゲームに参加している人数における順位である。これは個々のエージェントの売買判断によって、市場全体の系における個々のエージェントの振舞を評価するものである。注文の時間的な環境により各エージェントが異なった振舞をしている。市場から同じ影響を受けた場合、同じ売買判断をし、順位が集中するはずである。環境の違いにより、市場からの影響を受け多様な動きをしたことが示している。

#### 6 結論

現在行なわれている市場のモデリングを目指す研究では、系の要素は単純化され、要素内部でランダムに行動を決定させていた。その結果として系全体として複雑な振舞をするモデル化が行なわれていた。

そこで、情報源や過去の経験によって売買判断をダイナミックに変化させる投資家モデルの提案を行なった。

提案した投資家モデルを用いた株式取引のシミュレーションにおいて外部からの影響により投資家エージェントの売買判断の違いが表れることが確認できた。また、個々の投資家の売買判断の違いが表れたこと、投資家の時間的環境により市場から得る影響が異なることで、市場全体の中でエージェント毎に異なる振舞をすることが確認できた。

#### 参考文献

- [1] 和泉潔, 植田一博, “人工市場入門”, 信学技報, AI99-66, 2000-01
- [2] 田中勝博, “テクニカル分析大全集”, シグマベイスキャピタル, 1998