

# 信用取引を考慮した人工市場の構築

内藤 大輔\* 八木 勲\*\*

神奈川工科大学情報学部情報工学科

## 1 はじめに

この10年来、リーマンショックやギリシャ危機等、劇的な変化が起こっている金融市場に対し、実証研究など様々な形で分析が行われてきた。しかし、市場の各局面における投資家の売買動向等の市場内部メカニズムについてはあまり触れられてこなかった。これは、実証研究では、様々な要因が関わってくる金融市場の価格形成の分析が困難だからである。

市場内部メカニズムを分析するために、近年では人工市場が利用されている。しかし、現在使われている人工市場の多くは、現物取引を対象にしたものが多く、現実世界で行われている、委託保証金(以下、保証金)を用いた信用取引には対応していない。これでは、環境の再現が完全に出来ているとは言いがたい。

本稿では、既存の人工市場モデルより現実の市場に近づけた人工市場を目指して、信用取引を行うことが出来る人工市場モデルの構築を目指した。

## 2 人工市場

本稿では、八木らが提案した人工市場[1]を基にして実験環境を構築した。以下にその概要を記す。

### 2.1 エージェントモデル

構築する人工市場では、投資者(以下、エージェント)が、100人参加し1つの株式を売買する、エージェントは株式とキャッシュを保有する。

本人工市場には、下記3つのタイプのエージェントが存在する。各エージェントは、各自の売買方針に基づいて取引を行う。

1. ファンダメンタルエージェント
2. テクニカルエージェント
3. ノイズエージェント

### 2.2 売買方針

次に、エージェントそれぞれの売買方針を記す。

Construction of an artificial market to do margin trade.

Daisuke Naito\* and Isao Yagi\*\*  
Department of Information and Computer Sciences,  
Faculty of Information Technology,  
Kanagawa Institute of Technology  
s0921093@cce.kanagawa-it.ac.jp\*  
iyagi2005@gmail.com\*\*

### 2.2.1 ファンダメンタルエージェント

ファンダメンタルエージェントは、理論株価に基づいて投資株価を予想し、その予想株価において投資資産価値が最大になるよう株式を売買する。

### 2.2.2 テクニカルエージェント

テクニカルエージェントは、株価トレンドに基づいた株式売買を行う。すなわち、トレンドに沿った(順張り)売買とトレンドに逆らった(逆張り)売買を行うエージェントが存在する。

### 2.2.3 ノイズエージェント

ノイズエージェントは、それぞれ1/3の確率で、買い、売り、待機を選択する。

## 2.3 価格決定メカニズム

各エージェントは、それぞれの手法で発注価格と発注株式数を決め注文を出す。市場では、全てのエージェントの売り注文と買い注文をつき合わせて売買を成立させる。買い手側は、高い発注価格のエージェントから売り手側は、安い発注価格のエージェントから優先的に取引に参加する。買い手側の発注価格が、売り手側の発注価格を上回る、もしくは一致するとき売買が成立する。

## 2.4 信用取引

### 2.4.1 概要

信用取引をモデル化するにあたり、まず信用取引制度について簡単に説明する。

信用取引とは、エージェントが証券会社に一定の委託保証金を預けることで、株式等を借りて行う売買方式である

#### 2.4.1.1 委託保証金

委託保証金とは、建玉の一定割合(東証であれば、30%)以上を保証金として預けることを指す。また、委託保証金率がそれ以上下がってはいけない、委託保証金維持率(以下、保証金維持率)が決まっている。

#### 2.4.1.2 追証

相場の変動によって、保有株式に損失が発生し保証金維持率を割ってしまった場合は、証券会社が規定している期日までに追加の保証金を差し入れなければならない。これを追証という。

#### 2.4.1.3 強制決済

保証金維持率が、証券会社の定める値に達さな

い場合、追証の差入れが必要だが、これが期日までに行われなかった場合、証券会社により保有株式に対して強制決済が執行されることになる。

### 2.4.2 信用取引のモデル化

本実験では、信用取引を次のようにモデル化した。ただし、 $S_t$ は第 $t$ 期における保有株式数、 $LP_t$ は第 $t$ 期における建玉損失額、 $MM$ は保証金維持率、 $M$ は保証金率、 $OV_t$ は第 $t$ 期における発注量、 $OP_t$ は第 $t$ 期における発注価格、 $P_t$ は第 $t$ 期における株価、 $AC_t$ は第 $t$ 期における建玉総額、 $UPL_t$ は第 $t$ 期における評価損益、 $Cash_t$ は第 $t$ 期における資産額、 $NSP$ は、強制決済手数料、信用余力とは、資産額から追証等が行われるまでの余裕資産のことである。

信用取引を行うエージェント $i$ は、式(1)で信用余力を確認し、式(2)に基づいて信用余力の中で、第 $t$ 期における発注量を決める。

$$M \times (P_t \times OV_t + AC_{t-1}) > Cash_{t-1} - LP_t \quad (1)$$

$$OV_t = ((Cash_{t-1} - LP_t) \div M) - (AC_{t-1} \div P_t) \quad (2)$$

エージェント $i$ は、第 $t$ 期の終わりに信用余力を割っていた場合、式(3)を満たすか確認する式(3)を満たさないエージェント $i$ は、追証もしくは強制決済が行われる。

$$S_t - LP_t \geq MM \times AC_t \quad (3)$$

追証を選択した場合は、式(4)を行う。

$$Cash_t = MM \times AC_t + UPL_t \quad (4)$$

強制決済を選択した場合は、式(5)に基づき保有株式数を発注量とし、式(6)に基づき株価に手数料を引いた価格を発注価格とする。

$$OV_t = S_t \quad (5), \quad OP_t = P_t - NSP \quad (6)$$

今回は、売買対象銘柄は1つとし、配当金・返還期限等は、簡略化のため、考慮しないものとする。

## 3 実験

### 3.1 実験の概要

本実験では、実験期間を2000期とし、保証金率には現実市場の証券会社において多くみられる保証金率と保証金維持率を使った。

- 理論株価:500
- 委託保証金率:30%
- 委託保証金維持率:20%

### 3.2 実験結果

表1に実験結果を示す。

尖度	1.28	
株価の騰落率の自己相関	Lag	
	1	-0.66
	2	0.29
	3	-0.17
	4	0.08
株価の騰落率の2乗の自己相関	1	0.35
	2	0.13
	3	0.07
	4	0.07
	5	0.11

表 1 Stylized fact

### 3.3 モデルの妥当性

モデルの妥当性は、実証分析で得られている統計的性質 (Stylized facts) のうち、下記の3つにて判断した。

- 株価騰落率の尖度が正である。
- 株価騰落率の自己相関が0に収束する。
- 株価騰落率の2乗自己相関が正である。

実験結果 (表 1) から、これらの全てが満たされていることが確認できた。よって、本モデルは妥当性を満たしていると考えられる。

## 4 まとめと今後の課題

本稿では、信用取引の出来る人工市場を構築し、その検証を行った。その結果、現実市場で発生している Stylized facts に大きな乱れも見られず、本人工市場が妥当であることが確認できた。

今後の課題としては、以下の内容が挙げられる。本実験で得られた人工市場を用いて、現在の現実市場の委託保証金率 (30%) と保証金維持率 (20%) が妥当なのかどうかを確認する。さらに、空売り規制やレバレッジ規制といった市場規制が行われた時に、どのような対策を取ることが、市場の安定に繋がるのかを確認していきたい。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 24510209 の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1]八木勲, 水田孝信, 和泉潔. 人工市場を利用した空売り規制が与える株式市場への影響分析. 人工知能学会論文誌, 26 卷 1 号, pp.208--216 (2011).
- [2]水田孝信, 八木勲, 和泉潔. 市場暴落後の反発時における投資家の振る舞いと人工市場への示唆, 第 8 回ファイナンスにおける人工知能応用研究会 (SIG-FIN), pp.1 --8 (2012).
- [3]和泉潔, 人工市場, 市場分析の複雑系アプローチ (2003).
- [4] 水田孝信, 八木勲, 和泉潔, 吉村忍. 人工市場を用いた値幅制限・空売り規制・アップティックルールの検証と最適な制度の設計. 電気学会論文誌 C, Vol.133 No.9, pp.1694 - 1700(2013)