

# OE1-6 人工市場・模擬市場プロジェクトの紹介 Introduction to Artificial and Experimental Markets Project

和泉 潔\* †  
Kiyoshi Izumi

内田 勇輔†  
Yusuke Uchida

植田 一博§  
Kazuhiro Ueda

## 1 プロジェクト全体の概要

近年、計算機上に仮想的なディーラーの役割をするコンピュータプログラムを作り、これらのエージェントが自由に取引を行なう仮想市場で実験を行なう人工市場研究が、多くの研究者の注目を集めている [2]。人工市場モデルを考える際に、エージェントのモデルをどのように決定するのかということは、人工市場のパフォーマンスに大きな影響を与える。より本物らしい人工市場を構築するためには、現実の市場参加者が行なっている情報処理プロセスの分析を行ない、そこから得られた知見にもとづき、現実の意思決定法を反映させたエージェントを実装するというアプローチが有効である。そこで我々は、下記のような、フィールドワークと人工市場モデルの統合による研究プロジェクトを提唱する。

1. 模擬市場によるフィールドワーク
2. 人工市場モデルの構築
3. 現実のデータを用いたシミュレーション

## 2 ソフトウェアの内容説明

以下に、本プロジェクトで用いられている2つのソフトウェアを紹介する。

### 2.1 模擬市場 VDS

現実の市場参加者の特徴をつかむために、我々は図1のような模擬市場実験を行った。10人程度の参加者に、ネット



図 1: 模擬市場実験の風景

ワーク上の模擬市場システム (VDS<sup>1</sup>) を通して、仮想的な為替取引を行ってもらった。VDS の画面は図 2 であり、実験の参加者は図 2b のウィンドウで不定期にニュースを受け取る。

\*産業技術総合研究所 サイバーアシスト研究センター  
†科学技術振興事業団 さきがけ研究 21  
‡東京大学大学院 総合文化研究科  
§東京大学大学院 情報学環  
<sup>1</sup>Virtual Dealing System

そのニュースを解釈し、将来のレートを予測して、図 2c のプ

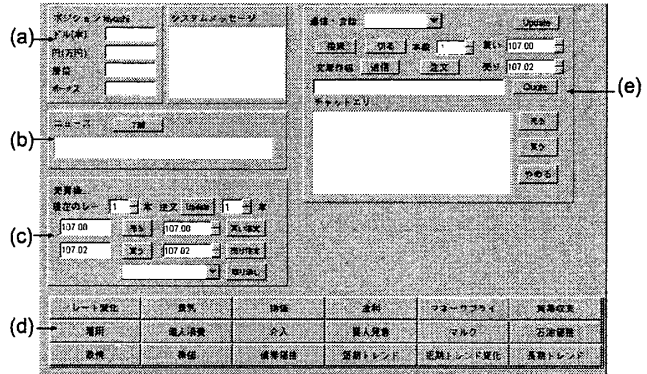


図 2: 模擬市場システムの画面

ローカー取引または図 2e のインターバンク取引により、利得を挙げるように意思決定を行う。また、図 2d により過去のニュースを参照したり、図 2a により現在の自分の資産持高や含み損益を知ることができる。

実験により以下のデータを得ることができる: (1) レートログ, (2) 取引ログ, (3) 取引時の会話ログ, (4) データ参照時間, (5) 予想アンケート。これらのデータを用いて、人工市場でのエージェントの戦略決定や学習に関する構造を決定した [9]。

### 2.2 人工市場 AGEDASI TOF

フィールドワークの結果に基づき、外国為替市場のマルチエージェントモデル (AGEDASI TOF<sup>2</sup>) の構築を行った<sup>3</sup>。本モデルは 100 の仮想的なディーラーからなるコンピュータ上の人工的な市場である (図 3)。モデルの一期間は現実の市場の一週間に対応しており、各期間は以下の 5 つのステップよりなる。(1) 知覚: 各エージェントは金利や貿易など様々なレートの予想材料に対して、現在の市場では為替レートを予想するのにどれほど重要視すべきかという市場の状態に対する認識を持つ。(2) 予想形成: 各エージェントはさきほどの認識をもとに今期の情報を用いて、将来のレートの予想を行う。(3) 戦略決定: 自分なりの予想を基に、市場に通貨取引の注文を行う。(4) レート決定: 市場全体の需要と供給が均衡する値にレートが決定される。(5) 学習: レート決定の後に、各エージェントは市場の認識を遺伝的アルゴリズムを用いた学習により変更していく。

人工市場によって得られるデータの例を図 4 に表示する。上のグラフは、現実の金融価格と人工市場で得られた金融価格の値動きを示している。このように、現実の金融市場に関

<sup>2</sup>A Genetic-algorithmic Double Auction Simulation in Tokyo Foreign exchange market

<sup>3</sup>モデルの詳細は [5] を見てほしい。

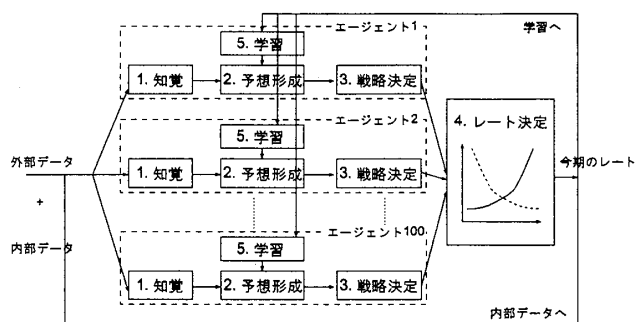


図3: 人工市場モデルの枠組み

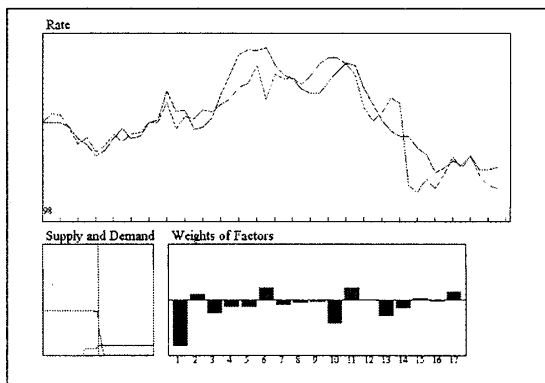


図4: 人工市場によって得られたデータの例

するデータを、人工市場によって再現することも可能である。左下のグラフは、人工市場に参加しているエージェントが出した需要と供給を表わす曲線である。右下の棒グラフは、人工市場の中で、金利や貿易収支などのニュースのうち何がエージェントたちに重要視されているかを示している。これらの需給曲線や重要度のデータのように、現実の金融市場では入手が難しいデータも、人工市場なら手にいれることができる。

### 3 これまでの成果

本稿で紹介した人工市場を使うことによって、これまでに、理論・実証・応用の3種類の研究成果が得られている。

- 理論: 既存の経済理論の検証  
人工市場に経済理論の前提条件を与え、金融価格の動きを調べることによって、理論の検証を直接行うことができる。効率的市場仮説<sup>4</sup>という既存の経済理論の定量的な検証を行った [4]。
- 実証: 現実の市場現象の分析  
人工市場シミュレーションを行うことにより、既存の市場理論ではうまく説明がつかなかった様々な市場現象のメカニズムの解明が可能になった。

(1) 為替レートバブルのメカニズムの解明 [1, 6]。

<sup>4</sup>市場は情報を取り入れるのが極めて迅速であり、ある者が情報を先駆けすることによって他の者より有利になるという状況は生じないとする説。

(2) 市場の創発的現象のメカニズムの解明 [7]。

- 応用: 現場の支援ツールの構築  
人工市場に金利などの政策的に操作できる様々な条件を与え、価格変動の評価を行うことができる。人工市場による為替政策の決定支援システムの構築を行った [3, 8]。

### 4 情報源について

参考文献以外の情報源を下記に挙げる。

- 人工市場ソフトウェアのダウンロード <http://www.carc.aist.go.jp/~kiyoshi/program.html>
- 模擬市場プロジェクトのサイト <http://www.carc.aist.go.jp/~kiyoshi/jikken.html>
- 電子メールでの問い合わせ先  
和泉 潔 [kiyoshi@ni.aist.go.jp](mailto:kiyoshi@ni.aist.go.jp)

### 参考文献

- [1] K. Izumi and T. Okatsu. An artificial market analysis of exchange rate dynamics. In L.J. Fogel, P.J. Angeline, and T. Bäck, editors, *Evolutionary Programming V*, pp. 27–36. the MIT Press, 1996.
- [2] 和泉潔, 植田一博. 人工市場入門. 人工知能学会誌, Vol. 15, No. 6, pp. 941–950, 2000.
- [3] K. Izumi and K. Ueda. Analysis of exchange rate scenarios using an artificial market approach. In C.-H. Chen et.al., editor, *Evolutionary Computation in Economics and Finance*, pp. 135–157. Springer, 2002.
- [4] K. Izumi. An artificial market analysis of development of market complexity. In A. Namatame and others, editors, *Agent-Based Approaches in Economics and Social Complex Systems*, pp. 47–58. IOS Press, 2002.
- [5] 和泉潔. 人工市場: 市場分析の複雑系アプローチ. 森北出版, 2002. (2002年12月出版予定).
- [6] K. Izumi and K. Ueda. Phase transition in a foreign exchange market: Analysis based on an artificial market approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol. 5, No. 5, pp. 456–470, 2001.
- [7] 和泉潔, 植田一博. 金融市場における意図せざる協調現象: 人工市場アプローチによる分析. 植田一博, 岡田猛(編), 協同の知を探る, pp. 199–227. 共立出版, 2000.
- [8] 和泉潔, 植田一博. 人工市場アプローチによる為替シナリオの分析. コンピュータソフトウェア, pp. 47–54, 2000.
- [9] 中村茂雄, 和泉潔, 植田一博. 人工市場と実験市場の出会い. オペレーションズリサーチ, Vol. 46, No. 10, pp. 549–554, 2001.