

G-16

人工市場において市場制度が
ミクロ・マクロの挙動に与える影響

Effects of market system on micro-macro behavior in artificial market

岡田 靖司[†] 川村 秀憲[†]
Yasushi Okada Hidenori Kawamura車谷 浩一[‡] 大内 東[†]
Koichi Kurumatani Azuma Ohuchi

1. はじめに

近年エージェントベース人工市場モデルの研究が多数報告されている [1]。しかし、これらの研究の多くで扱われる市場モデルは、注文を集め時間を区切って均衡点を求め、一斉に約定を行う板寄せ方式のようなモデルであった [2]。

そこで本研究では、市場モデルとしてザラバ方式だけを用いる人工市場と板寄せ方式だけを用いる人工市場を構築し、マクロな側面である価格の動きや、ミクロな側面であるエージェントの意思決定がもたらす結果の違いを観察する。以下ではザラバ方式だけを用いる市場をザラバ市場、板寄せ方式だけを用いる市場を板寄せ市場と呼ぶ。

2. 人工市場の設定

人工市場は独自の予測を持ち、予測に基づく需要・供給を注文という形で市場に反映させる複数のエージェントと、エージェントの注文を組み合わせさせて売買を成立させる市場から成り立つ。人工市場では 1 ステップ単位で時間が進み、1 日におけるステップ数は固定されている。

2.1 注文方法

注文は全て指値で行い、売り注文なのか買い注文なのかということと、注文量、注文有効期間を指定する必要がある。注文有効期間とは注文を市場に残し続ける期間のことで、売買が成立するか、注文有効期間を過ぎた注文は人工市場から削除される。

2.2 約定方法

2.2.1 板寄せ市場

本研究における板寄せ市場のアルゴリズムは以下のようになっている [3]。

1. 全てのエージェントからの注文を受け付け、ストックする
2. ストックされた注文を売り注文と買い注文に分け、価格優先・時間優先の原則を用いて優先順位をつける
3. 売り注文と買い注文を優先順位の高いものから順に対当させていき、取引量が最大となる価格を求め、売買価格とする。ある価格帯で注文量が等しくなる場合、その価格帯の中心の価格とする
4. 売買価格以上の指値の買い注文と売買価格以下の指値の売り注文を全て売買価格で約定させる
5. 売買価格と約定についての情報を全エージェントに送り、時間を 1 ステップ進める。時間を進めた際に注文有効期間を過ぎた注文をストックから削除し、1. に戻る

2.2.2 ザラバ市場

本研究におけるザラバ市場のアルゴリズムは以下のようになっている [3]。

1. 各エージェントからの注文を受け付ける
2. 注文を、受け付けた順に以下のように約定させる
 - (a) 新しい買い(売り)注文が入ってきた場合、買い(売り)注文の指値以下(以上)の指値の売り(買い)注文が市場にあるかどうかを調べる。あれば、その注文の中で最も優先順位の高いものの指値を売買価格とする。なければ新しい注文を市場に残し、次の注文について約定の手続きを行う
 - (b) 新しい買い(売り)注文を最も優先順位の高い売り(買い)注文と、売買価格で約定させる
 - (c) 市場に条件の合う注文があり、新しい注文の注文量分の売買を終えていなければ (a) にもどる。終えていれば 3. に進む
3. このステップで最後に成立した売買価格と約定についての情報を全エージェントに送り、時間を 1 ステップ進める。時間を進めた際に注文有効期間を過ぎた注文をストックから削除し、1. に戻る

3. エージェントの設計

次に実験で用いるエージェントについて説明する [4]。エージェントは 1 ステップ中に予想、注文、学習の順に行動する。

3.1 予想

本研究ではできるだけシンプルな環境における市場制度の違いの影響を調べることを目的とするので、エージェントは価格予想に過去の終値の時系列のみを用いることとする。終値とは、一日の最後に決まった売買価格のことである。

3.2 注文

エージェントの予想価格変動が正(負)の場合は、市場に需要(供給)の増加を伝えるために、エージェントが買い(売り)注文をすることを意味する。指値は売り・買いにかかわらず、(直前の価格±2)の範囲の整数値で指定する。エージェント間の注文量が大きく異なると、市場全体の期待の合成としての売買価格の形成にゆがみが生じるので、全エージェントについて注文量は 900~1100 の間でランダムに決まる。注文有効期間については意思決定を簡略化するために、本研究では一律 3 日とする。

3.3 学習

各エージェントは新たな売買価格の変動と逐次最小二乗法を用いて、予測式の係数を更新する。

[†]北海道大学大学院工学研究科

[‡]産業技術総合研究所 サイバーアシスト研究センター

表 1: 終値の分散の平均

	1次	2次	3次	4次	5次	平均
ザラバ	42.500	42.133	35.563	40.535	35.830	39.312
板寄せ	15.575	39.439	18.851	19.531	19.207	22.521

表 2: 終値の1次の自己相関係数の平均

	1次	2次	3次	4次	5次	平均
ザラバ	0.945	0.951	0.932	0.961	0.936	0.945
板寄せ	0.947	0.964	0.963	0.964	0.956	0.959

表 3: 平均約定率

	1次	2次	3次	4次	5次	平均
ザラバ	0.838	0.839	0.839	0.838	0.837	0.838
板寄せ	0.592	0.592	0.590	0.588	0.591	0.591

表 4: ザラバ市場における平均約定率の内訳

	1次	2次	3次	4次	5次	平均
当日	0.635	0.631	0.628	0.636	0.630	0.632
翌日	0.148	0.155	0.157	0.149	0.153	0.152
翌々日	0.055	0.053	0.054	0.053	0.053	0.054

4. 実験設定

X-Economy system を用いてザラバ市場と板寄せ市場を構築し [5, 6]、それぞれに 50 人のエージェントを投入した。エージェントの予測次元の違いによる影響も調べるために、予測次元を 1, 2, 3, 4, 5 と変えて実験を行った。

ザラバ市場は 1 日 100 ステップと設定されており、エージェントから注文が入ったステップではザラバ方式による約定が行われる。板寄せ市場は 1 日 1 ステップと設定されており、毎ステップ板寄せ方式による約定が行われる。また、ザラバ市場ではエージェントの注文回数を平均して 1 日に約 1 回とし、板寄せ市場と注文量が同程度になるようにした。

1 回の実験を 1000 日間とし、各予測次元について 10 回ずつ実験を行った。

5. 結果と考察

表 1, 2 はエージェントの予測次元ごとのザラバ市場・板寄せ市場の終値の分散の平均と、1 次の自己相関係数の平均である。予測次元に関係なく、ザラバ市場のほうが板寄せ市場よりも分散が高く、1 次の自己相関係数が低くなっている。このことから、ザラバ市場は板寄せ市場よりも価格の変動が激しいといえる。

表 3 はザラバ市場・板寄せ市場における市場全体の約定率の平均を表している。表 4 と表 5 はその内訳で、出した注文が当日、翌日、翌々日に約定する割合を表している。これらから、ザラバ市場は板寄せ市場よりもエージェントにとって約定しやすい市場であるといえる。板寄せ市場では直前の価格±2 の範囲に売り・買い注文が集まる。板寄せ市場では価格の変動が比較的小さいので、直前の価格近辺に約定価格が決まりやすい。すると直前の価格よりも高い指値の売り注文と、直前の価格よりも安い指値の買い注文は約定する確率が非常に低くなる。一方、ザラバ市場では注文の順番次第ではこのような注文も約定される場合がある。以上の違いにより、ザラバ市場が板寄せ市場よりも約定しやすくなっていると考えられる。

6. おわりに

本研究では、人工市場における市場制度の違いによるミクロ・マクロへの影響を考察した。実験により、ザラバ市場は板寄せ市場よりも価格の分散が高く、自己相関係数の低いことから、価格変動が激しい市場であること

表 5: 板寄せ市場における平均約定率の内訳

	1次	2次	3次	4次	5次	平均
当日	0.439	0.437	0.431	0.428	0.423	0.432
翌日	0.104	0.106	0.110	0.110	0.118	0.110
翌々日	0.049	0.049	0.049	0.050	0.050	0.049

がわかった。また、ザラバ市場は板寄せ市場よりも、その特性の違いによりエージェントにとっては取引を成立させやすい市場であることがわかった。

参考文献

- [1] 寺野隆雄、倉橋節也：エージェントシミュレーションと人工社会・人工経済、人工知能学会誌、vol.15 No.6, p966-p973(2000)
- [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, p940-p950(2000)
- [3] 大村敬一、宇野淳、川北英隆、俊野雅司：株式市場のマイクロストラクチャー、日本経済新聞社 (1998)
- [4] 和泉潔：個人の複雑さ、市場の複雑さ、情報処理学会研究報告 2001-ICS-123, pp19-24(2001)
- [5] Hidenori Kawamura, Azuma Ohuchi and Koichi Kurumatani: Development of X-Economy System for Simulation of Multi-Agent Economy, "Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems" in Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Vol.72, A. Namatame et al.(Eds.), IOS Press(ISBN 1-58603-225-9), Ohmsha(ISBN 4-274-90490-3-C3000), pp.188-197(2002)
- [6] <http://www.x-econ.org/>