

仮想市場を用いた相対取引市場と集中取引市場の分析

大朝 貴子*、平沼 沙里**、吉留 香織**

流通科学大学 情報学部

*経済情報学科、**経営情報学科

第1章 はじめに

人が集まると社会ができる。社会の中で、人々は交換ということをしながらか生活している。生き残る為に行ってきた物々交換から、貨幣を使つての交換へと発展してきた。現在私たちが行っている経済活動も、より満足できる生活を送るために製品やサービスを貨幣と交換していると言え、その交換の場が市場である。

市場のしくみを学術的に取り扱う経済学の分野において現在主流となっているのは「新古典派経済学」である。しかしその考え方は、近代工業においてはほとんどあり得ないような「規模の不経済」を想定しているなど、根本的なところに難点を抱えており、現実市場との間に乖離がある。そこで登場したのが「複雑系経済学」である。新古典派経済学の反省から生まれた複雑系経済学は、「人間にとって経済活動は複雑なものである」ということから経済学を再構築しようとするため、新古典派経済学が前提としている「無限の合理性」「規模に関する収穫逓減」を否定し、逆に「合理性の限界」「規模に関する収穫逓増」を前提とし、より現実に近い市場を想定している(1)。この2つの考え方の違いは、市場の持つ集中性の違いということで捉えることができる。つまり、新古典派経済学は集中取引に基づく統一型市場を、複雑系経済学は相対取引を基本とする分散型市場をそれぞれ表現したものであると考えられる(2)。

実際の社会は、この二つの市場が入り混じっており、それぞれの市場の特性を明らかにすることで、私たちの社会の動き、とりわけ財の価格形成のしくみを理解する事が可能となる。このような観点から、この論文では、マルチエージェントシミュレータを使って計算機の中に仮想の市場を設け、相対取引市場と集中取引市場という二種類の市場のそれぞれの特性について計算機実験により定量的に分析する。

第2章 対象とする市場

市場は大きく二つのタイプに分けられる。一つ目は、物々交換に見られる相対取引市場である。そして、もう一つは証券取引に代表されるような集中取引市場である。このちがいは、取引に関わる人の視野・合理性・作用の範囲の違いによるものとみなすことができる。

- ・ 相対取引市場：相対取引市場は、売り手と買い手が1対1で個別に取引を行う。売り手と買い手が出会えばそこに市場が存在するので、場全体では複数の市場が存在する事になる。つまり、相対取引市場は視野と作用の範囲が限定されており、合理性についても限界がある市場である。
- ・ 集中取引市場：集中取引市場は売り手も買い手も1つの市場に集まり、そこで取引を行う。全員が1つの市場に参加するので、視野と作用の範囲は場全体に及び、合理性については無限である。

前述の通り、現実社会ではこの2つの市場が入り混じっていると考えられる。例えば、日用品の購買活動は前者の、証券取引市場は後者のそれぞれ典型であり、市場の動きを理解するためには、それぞれの市場の特性を個別に明らかにする事が大変重要な課題であると思われる。そこで本論文では、相対取引市場と集中取引市場のそれぞれについて、マルチエージェントシミュレータ(MAS)を利用して計算機上に人工市場を構築し、その特性評価を行うこととする。

第3章 相対取引市場

3-1 はじめに

ここでは、「人工社会」(3)を参考にして MAS 付属のシュガ - モデルを改良し、相対取引を行うモデルの基本特性について解析した。

3-2 実験モデル

3-2-1 シュガ - モデル

シュガ - モデルでは、食欲と視野で違いをつけた赤アリと青アリの 2 種類のエ - ジェントが存在する。財は 1 種類で、えさが存在する。どちらのエ - ジェントも、視野の範囲でえさの最も多い所へ移動し、そこに存在するえさを全て採取し、蓄えたえさ財産からある一定量を代謝し、財産が底をついてエ - ジェントが死ぬまで続けるというものである。

3-2-2 プログラムの流れ

シュガ - モデルでは、環境に存在する財は 1 つであったのに対して、本実験モデル (3) ではを参考にしてもう 1 つ財を増やし、財を 2 種類とした。さらに財を得る方法を 2 通りとした。すなわち、シュガ - モデルと同様に「再生されて場に存在するものを摂取する」のか「自分の必要とする財を持っているエ - ジェントと交換を行う」のいずれかとした。財の種類を増やしたのは、新たに加えられた財の入手方法である「他のエ - ジェントと交換する」際に、相対取引を行うことによって社会学的問題をより現実的に考察できるようにという狙いからである。

また、視野の扱いは文献(3)では詳しく述べられていなかったが、交換する相手も財同様に同じ空間上に存在しているので、「場に存在する財を見渡す」視野と「交換候補を探す」視野の大きさを同じにしてある。

プログラムは基本的に次の手順で流れていく。

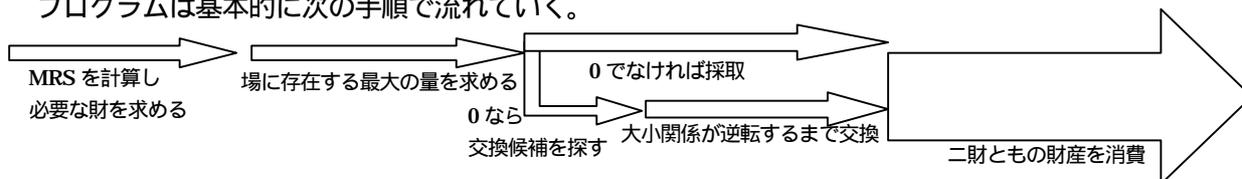


図 3-1 プログラムの流れ

3-2-3 MRS と価格

ここに、エ - ジェントの行動の基準となる限界代替率(以降、MRS)と価格の計算式を具体的に示す。

・えさの余命期間----- a_1/b_1 (3-1) ・スパイスの余命期間----- a_2/b_2 (3-2)

・MRS----- c/d (3-3) ・価格----- $\sqrt{MRS(A) * MRS(B)}$ (3-4)

a_1 ...えさ財産

a_2 ...スパイス財産

b_1 ...えさ代謝率

b_2 ...スパイス代謝率

c ...スパイスの余命期間

d ...えさの余命期間

MRS(A) ...エ - ジェント (A) の MRS

MRS(B) ...エ - ジェント (B) の MRS

3-3 実験結果

3-3-1 代謝率

パラメ - タの設定は、以下の通りである。

- ・視野 : 5(固定)
- ・えさ代謝率、スパイス代謝率 : (4 パタ - ン)
 - Rnd() * 0.02 + 0.09 (平均 0.1)
 - Rnd() * 0.05 + 0.225 (平均 0.25)
 - Rnd() * 0.1 + 0.45 (平均 0.5)
 - Rnd() * 0.15 + 0.675 (平均 0.75)
- ・えさ・スパイスの初期財産 : 500(固定)

以下に、この 4 パターンにおける価格と財産の時系列変化についての実験結果を示す。

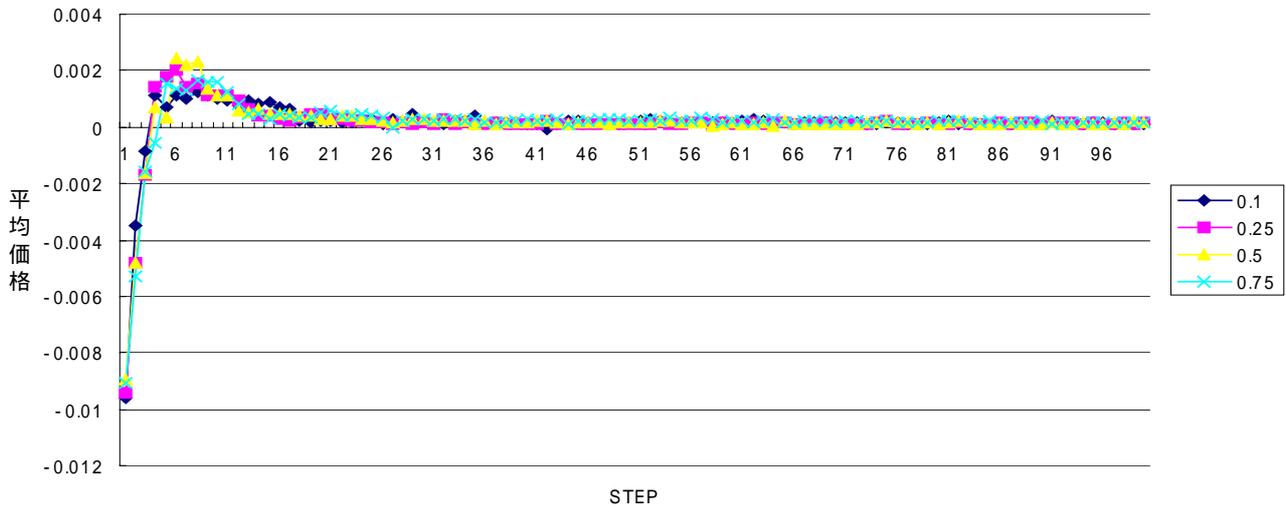


図 3-2 平均価格の時系列比較（代謝率との関係）

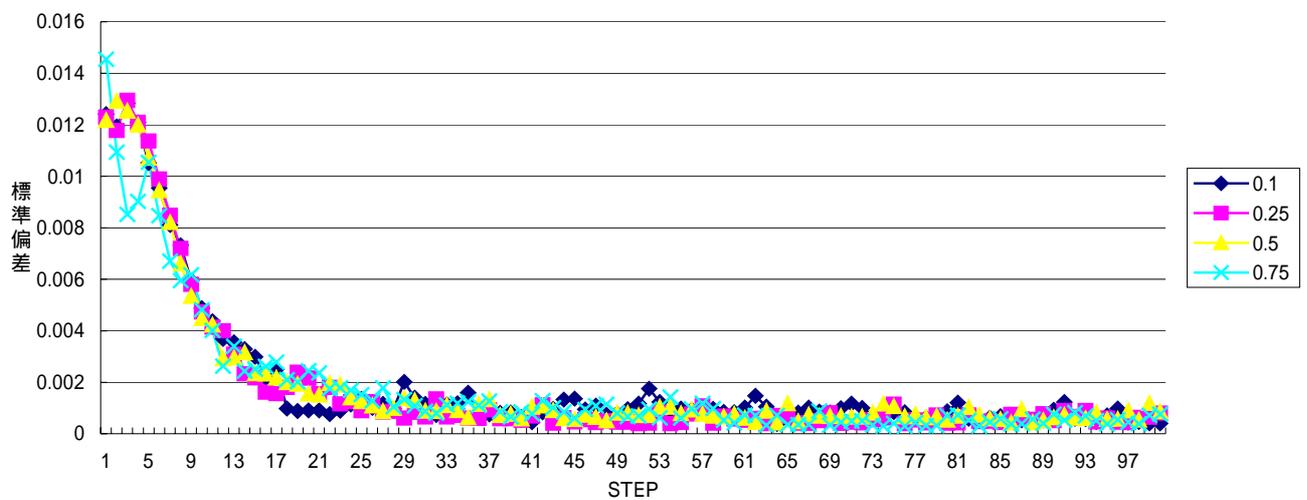


図 3-3 平均価格の標準偏差の時系列比較（代謝率との関係）

これらの図より、代謝率のどのパターンにおいても価格は収束することが分かる。ただし、標準偏差を見ると、代謝率が高い場合は収束までに時間はかかるが最終的に取引は安定し、代謝率が小さくなるにつれ収束までの時間は短くなるが取引は最終的にもさほど収束していないことが分かる。これは、代謝率が高い場合は、小さい場合と比較してエージェントの内部状況変化が大きく、財のバランスを保つためにエージェントの動きが活発になる。その結果、価格の変動は大きくなる傾向にある。ただし、このような活発な経済活動を行う為に、安定までに時間はかかるが、最終的な取引は安定した状態になる。

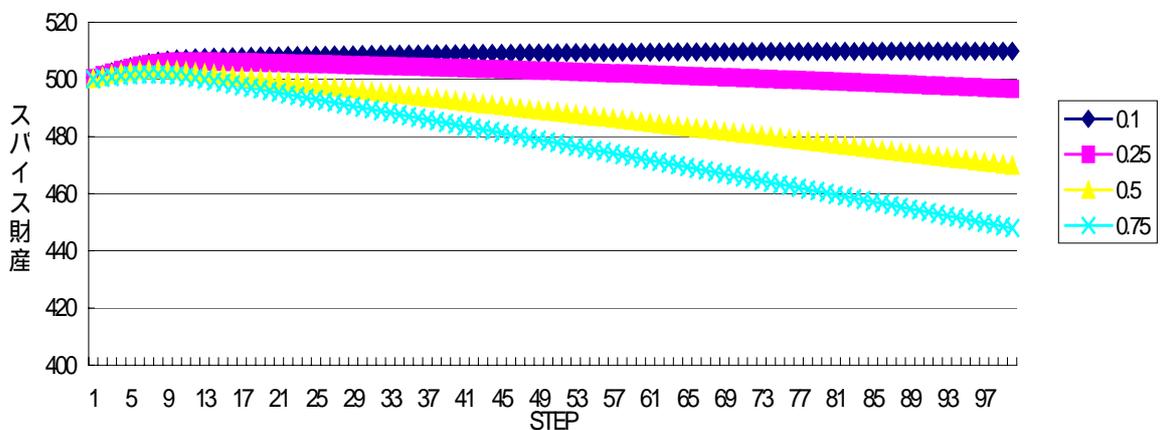


図 3-4 スパイス財産の推移の比較（代謝率との関係）

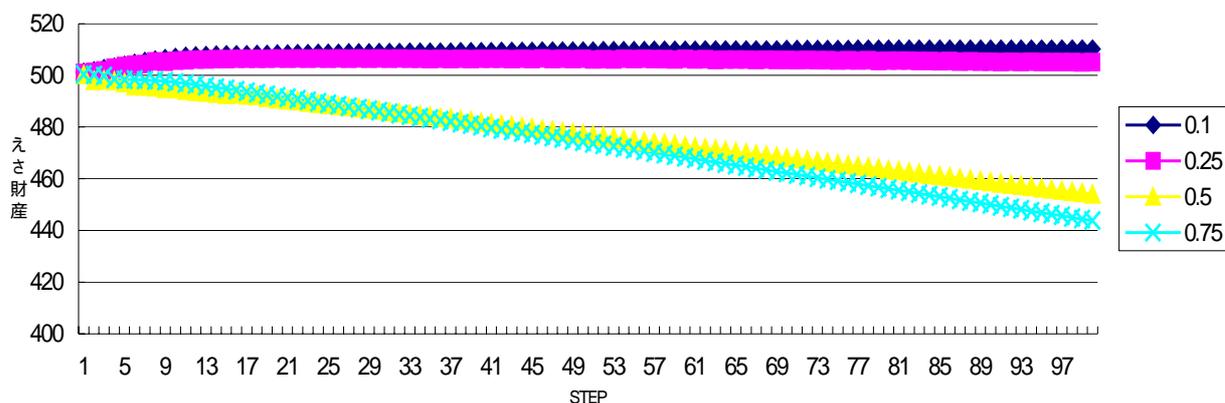


図 3-5 えさ財産の推移の比較（代謝率との関係）

エージェントの内部状態の推移を見ることにする。図 3-4 及び図 3-5 より、代謝率は小さい方が財産の推移は緩やかである。これは、毎回財産から代謝率分だけ消費されていくので、値が小さい方が財産の減少が少なくなるという当然の結果である。なおこの結果は、平均価格における考察を裏付けるものである。以降では、さらに視野の影響について見ていくことにする。

3-3-2 視野

パラメータの設定は、以下の通りである。ここで、代謝率が平均0.25であるのは前述の代謝率の結果より分かるように、需給バランスの点で0.25の場合がもっともバランスしているためである。

- ・ 視野 : 1, 3, 5, 7, 10, 15(6パターン)
- ・ えさ代謝率、スパイス代謝率 : $\text{Rnd}() * 0.05 + 0.225$ (平均0.25)
- ・ えさ・スパイスの初期財産 : 500(固定)

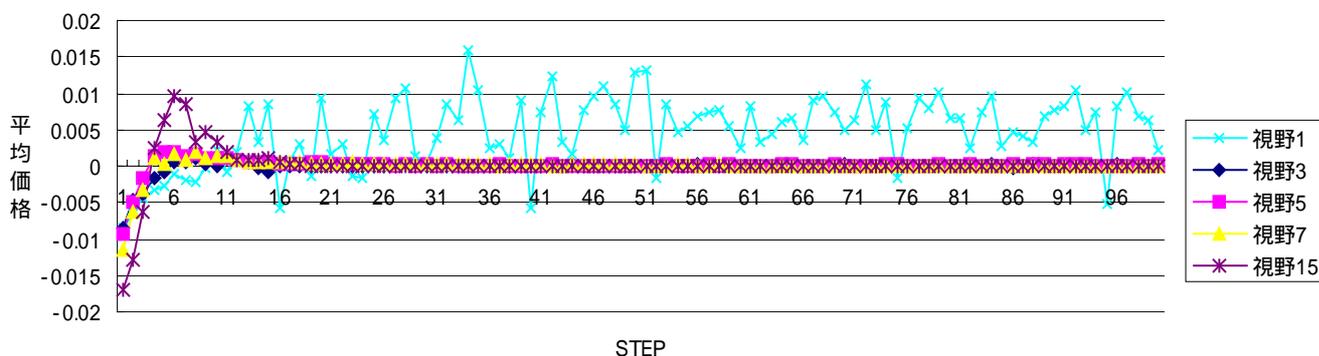


図 3-6 平均価格の時系列比較（視野との関係）

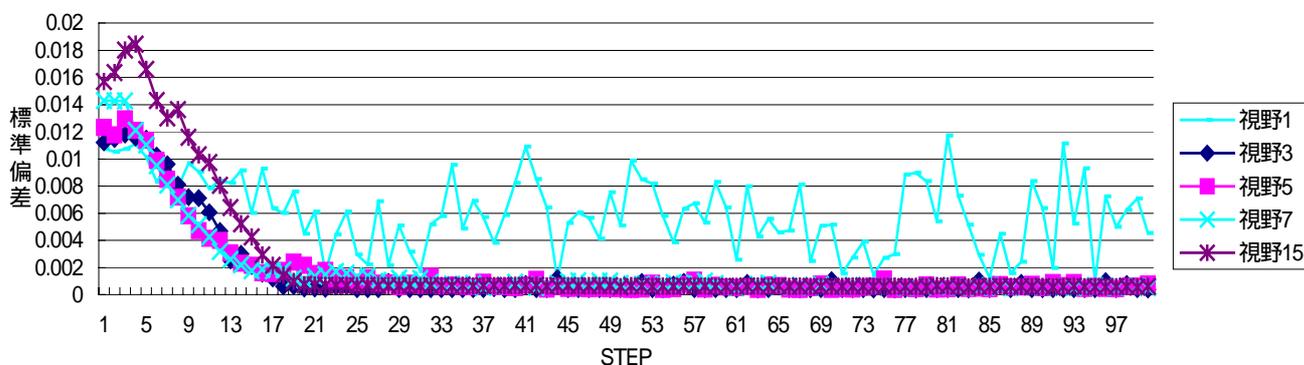


図 3-7 平均価格の標準偏差の時系列比較（視野との関係）

図 3-6 より、極端に視野の小さい視野 1 では収束しないことが分かる。これは、視野範囲が小さすぎるため適切な経済活動が行えないためである。次に収束の安定性を見ると、視野が大きくなるにつれ収束に時間がかかるが収束後に安定する傾向にある。これは、視野が大きくなると経済活動が活発になるからであり、相対取引市場において視野の大きさは代謝率と同様の働きをすることが明らかとなった。

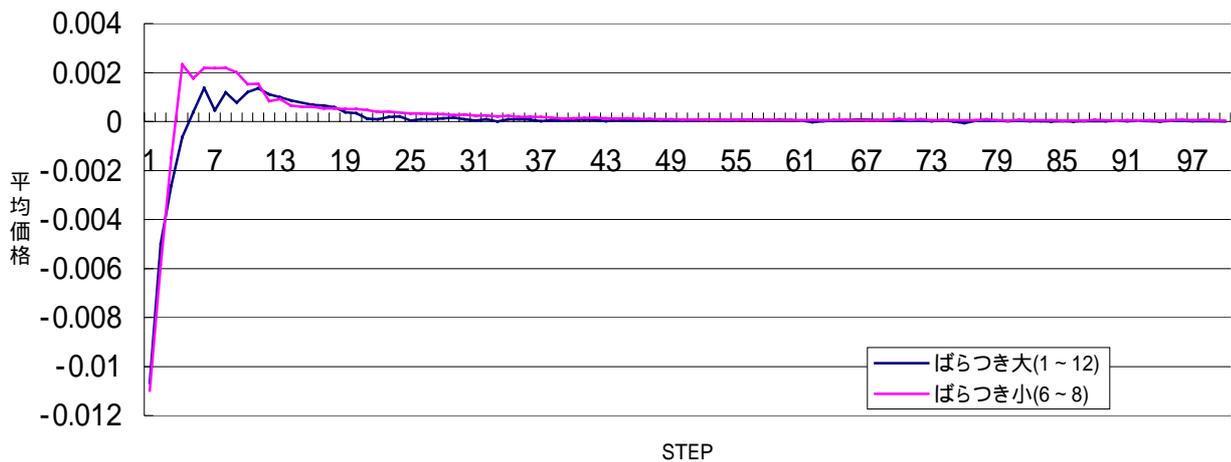


図 3-10 平均価格の時系列比較（視野のばらつきの影響）

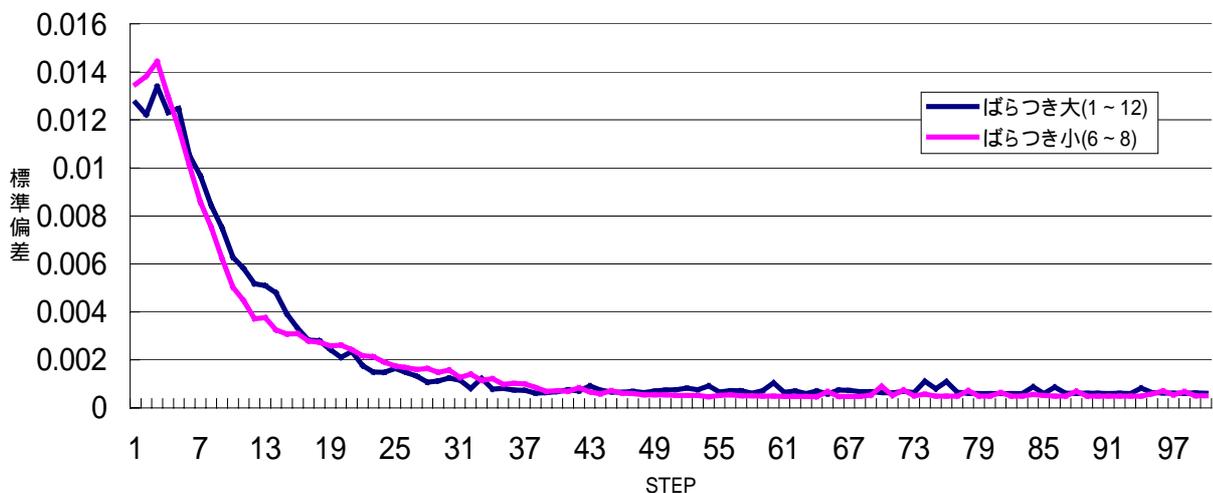


図 3-11 平均価格の標準偏差の時系列比較（視野のばらつきの影響）

図 3-10 及び図 3-11 より、視野のばらつきが大きい方（非均質である場合）が収束するのが早いとその後の振れ幅は大きく、逆に視野のばらつきが小さい方（均質である場合）が収束する時間は遅いとその後の振れ幅はほとんどないことが分かる。これは視野がばらついている場合、エージェント間の作用が相殺しあうことによって全員がある 1 つの方向に走り出すことがなくなり、市場の収束が促されるためである。ただし収束後も、視野が異なることによる取引の非均質性が残るため、価格は安定しにくい。なお、私達の社会も様々な人や組織があって効率良く動いていると言え、視野の非均質性は市場の効率性に貢献しており、エージェントに非均質性を与えることは仮想市場を現実の市場に近づけられたと言える。

3-4 考察

これまでの結果から、このモデルはどのような実験条件を設定しても常に価格が収束する安定系のモデルであることが分かった。価格については、視野が大きいことと代謝率が大きいことは価格の収束後の安定性に有効であり、逆にそれぞれが小さいことは収束までにかかる時間を早めるがその後の安定性は保たれないことが分かった。エージェントの視野に非均質性を与えると、行動パターンがばらつくので安定系のモデルとしてよりロバストな特徴をもつことが明らかとなった。

一般にシステムの特性を考える上で、最適性とロバスト性が重要な指標となる。マルチエージェント系システムでは、エージェントが自律的に交渉・取引を進めることでロバスト性が増すことが指摘されている。その意味でこの相対取引市場は、集中取引市場に比べてこのマルチエージェントがもつ特性を強く反映した市場を作ることができると思われる。

第4章 集中取引市場

4-1 「生産と消費を含むモデル」概要

本研究で参照したモデルは、Princeton 大学の Steiglitz 教授らによる生産と消費を含むモデル(4),(5)である。この仮想マーケットには、Food と Gold という2種類の財が存在している。Food は一般の消費財であり、一方の Gold は貯蓄や交換に用いられる財と考えられており、これらの財はそれぞれのエージェントの希望を元に中央のオークションで取り引きされ、Food 1単位に対し交換される Gold の量を Food の価格とするのである。オークションは各エージェントから出された Bid を元に、参加者が各々他の Bid の内容を知らないまま売り、あるいは買いの Bid を行う Sealed-bid Double Auction を用いて開催される。実際に売買を行うエージェントとして「生産エージェント」「パリュートレーダー」「トレンドトレーダー」の3種類が考えられている。生産エージェントはこのモデルの基本となるエージェントであり、一期間に Food か Gold のどちらか一方のみ、エージェントごとにあらかじめ決められた生産量だけを生産し、Food を1単位消費する。生産される財は、それぞれの生産能力とオークション仲介者から与えられた前回の価格を元に、より価値の高い物を選ばれる。また、エージェントごとに望ましい Food 在庫量が定められており、在庫がそれより少ない場合はマーケットで買おうとし、多い場合は売ろうとする。パリュートレーダーとトレンドトレーダーは、生産や消費をせずにマーケットでの売買によって利益を得ようとする投機家である。パリュートレーダーは、それまでの価格推移に対してある種の重み付け平均操作を行い均衡価格を推定、前回の価格がこの推定値よりある程度低ければ買い、高ければ売ることによって利益を得ようとする。トレンドトレーダーは、均衡価格の一回差分の履歴から同様の重み付け平均操作によってトレンドを推定する。今後価格がある程度上昇傾向にあると考えれば Food を購入しようとし、下降傾向にあると考えれば売却しようとする。

上記のように、「生産と消費を含むモデル」は一般的な取引を仮想市場に構築するものである。しかし本研究では、集中市場の基本特性をつかむために、まずエージェントの種類としては生産エージェントのみ、さらに貨幣は通常生産するものではないためここでは生産しない、という前提でモデルを作成する。

4-2 実験モデル

4-2-1 市場構成

実験モデルでは、「生産エージェント」と「オークション仲介者」という2種類のプレイヤーが存在する。「生産エージェント」はこの仮想市場の中心であり、財の生産、消費、Bid を出して売買を行う。このエージェントの特徴・性質とも言うべきパラメータを変化させることにより個々のエージェントが売買するときの判断基準が変化し、それが市場に影響を及ぼす。この生産エージェント同士の取引でマーケットが成立するので、市場の変化はこの生産エージェントの動き如何である。一方の「オークション仲介者」は、名の通りオークションを司るエージェントである。生産エージェントから出された Bid を元に需要供給曲線を作り、それを元に市場価格と市場取引量を割り出し、各生産エージェントに分配する。

財は「生産と消費を含むモデル」と同じく2種類、Food と Gold が存在する。Food は一般消費財、Gold は貯蓄や交換に用いられる貨幣の様な物としている。生産エージェントは、1STEP ごとに Food を生産、消費する。そして状況に応じてマーケットで Food を売って Gold を得ようとし、また逆に Gold を手放して Food を買おうとする。

生産エージェントの持つパラメータは7つである。「Food 在庫量」「Gold 在庫量」はその名の通り、各エージェントが持っている Food の数と Gold の数である。「Food 生産能力」は各エージェントが1STEP 内で生産できる Food の量である。「望ましい Food 在庫量」とは、各エージェントが最低限必要としている Food の量で、生産エージェントはその決められた量の Food を確保することを最優先事項としている。

「価格調整」は、前回の取引が成功したか否かに応じて今回の Bid として出す許容価格に調整を加えるものである。前回売り Bid を出して成功すれば今回の許容価格を高く調整し、失敗すれば低く調整、逆に前回買い Bid を出して成功すれば許容価格を低く調整、成功すれば高く調整する。「価格調整」を行うことにより、需給バランスに応じた価格の裁定が行えるようになると共に学習的要素が与えられる。「Like」

は、Food が好きか、あるいは Gold が好きかといった「好み」であり、各エージェントはそれぞれ好きな方をできるだけ蓄えようとする。「Like」を設定することにより、各エージェントに個性を与えることが可能になる。「視野」はその名の通りであり、これは複雑系経済学における人間能力の三つの限界の一つ「視野の限界」⁽¹⁾を反映させた物である。各生産エージェントがその視野内にオークション仲介者をとらえられなければその回のオークションに参加できない仕組みにする事により、視野の限界を与えている。

4-2-2 プログラムの流れ

プログラムは基本的に次の手順で流れていく(図 4-1)。

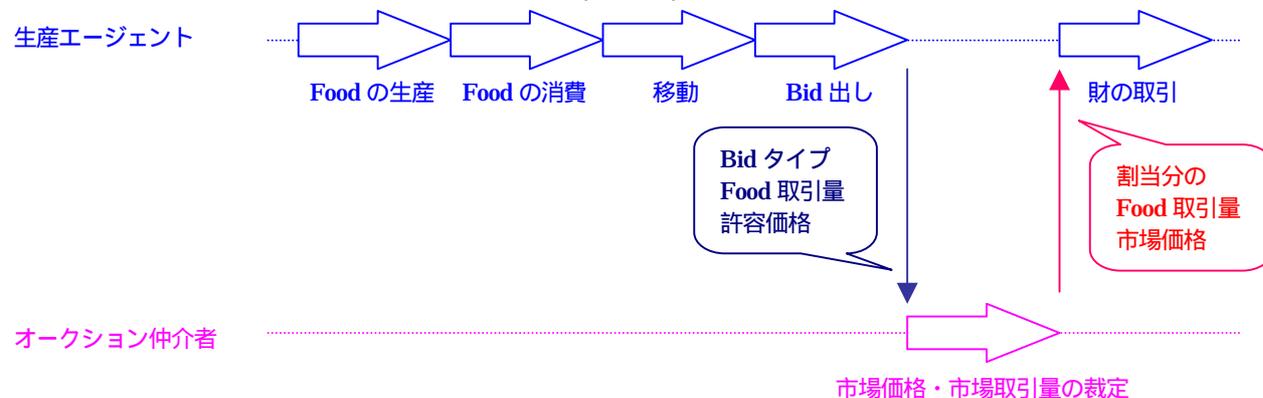


図 4-1 プログラムの流れ

まず、生産エージェントが Food の生産・消費・Bid 出しを行う。次にオークション仲介者が、出された Bid を元に市場価格と市場取引量を裁定し、割合に応じて各生産エージェントに分配する。それを受けて、生産エージェントが財の取引を行う。この一連の流れ(図 4-1)を繰り返すことにより、価格の変動が得られるのである。但し、実際のプログラムでは生産エージェントが行う Bid 出しを 1 STEP の最終工程としているので、エージェントが発生した時点(Agt_Init{ })で生産、消費、Bid 出しまでを行い、1 STEP 目以降はまず始めに 1 つ前の STEP で生産エージェントが出した Bid を元にオークション仲介者が市場価格と市場取引量を裁定しそれに応じて分配、生産エージェントがそれを受けて在庫調整し、生産・消費・Bid 出しを行い、そこで 1 STEP が終了する流れとなっている(6)。

4-2-3 Bid

Bid には、「Bid タイプ」「Food 取引量」「許容価格」というの 3 つの情報が含まれている。「Bid タイプ」は、「売り」か「買い」かを示すものである。生産エージェントは、

$$\text{Food 在庫量} > \text{望ましい Food 在庫量} \quad (4-1)$$

ならば、余った分を売って Gold を得ようとするので売り Bid を、逆に

$$\text{Food 在庫量} < \text{望ましい Food 在庫量} \quad (4-2)$$

ならば、少ない分をマーケットから得ようとするので買い Bid を出す。Food 取引量は、売りに出したい、もしくはマーケットから得たい Food の量である。売り Bid ならば

$$\text{Food 取引量} = \text{Food 在庫量} - \text{望ましい Food 在庫量} \quad (4-3)$$

となり、買い Bid ならば

$$\text{Food 取引量} = \text{望ましい Food 在庫量} - \text{Food 在庫量} \quad (4-4)$$

となる。許容価格は各エージェントが売買する上での限度額を表している。つまり、売り Bid 時なら許容最低価格、売り Bid 時なら許容最高価格となるのだが、それらは

$$\text{許容価格} = (\text{前回の市場価格} + \text{前回の自分の許容価格}) / 2 + \text{価格調整} \quad (4-5)$$

で計算される。

4-2-4 市場価格・市場取引量の裁定

市場価格の裁定方法は新古典派経済学の考え方に従っており、生産エージェントが出した Bid を元に需要供給曲線を作り、許容価格の低い方から順番に総需要数と総供給数を比較、需要数と供給数が一致する価格を求め、それを市場価格・市場取引量としている(図 4-2 参照)。ただ、シミュレーターとプログラムの特性上、総需要数と総供給数を比較する許容価格の位置は整数の部分に限られる。その時に総需要数と

総供給数が一致すれば問題はないのだが、実際は必ずしもそうとは限らない。価格を n とすると

$$\text{需要数}(n) \quad \text{供給数}(n) > 0 \quad (4-6)$$

$$\text{需要数}(n+1) \quad \text{供給数}(n+1) < 0 \quad (4-7)$$

となった場合がそれにあたる。そこで、こういう需要曲線と供給曲線の交点が整数価格と整数価格の間に

$$\text{市場価格} = n + 0.5 \quad (4-8)$$

とし、許容価格を $n+1$ とした買いエージェントと、許容価格を n とした売りエージェントまでを取引の権利者とするように調整した。

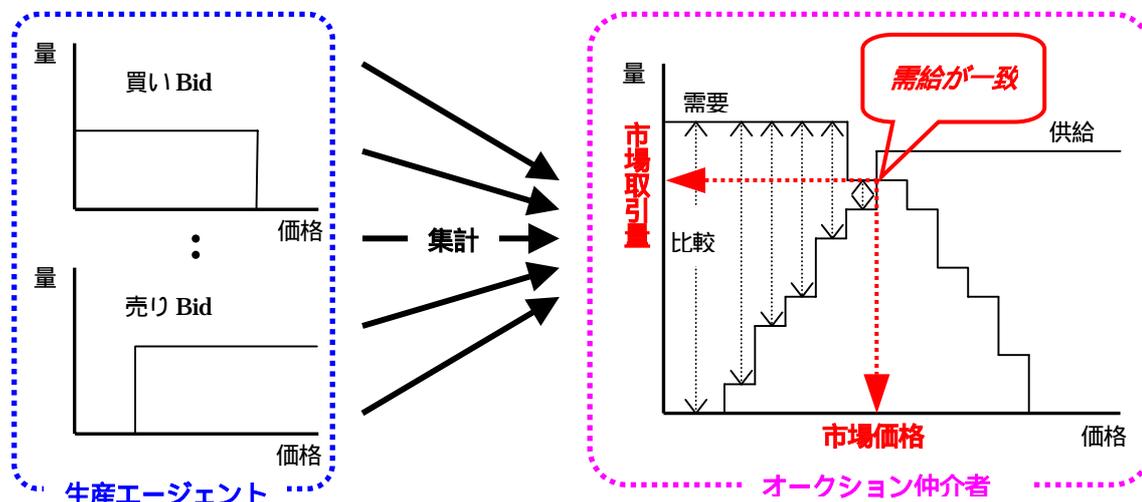


図 4-2 Bid と市場価格・市場取引量

4-3 実験結果

実験は、生産エージェントを 10、オークション仲介者 1 生成し、パラメータを以下のように設定した物を基本モデルとした。

- ・ Food 在庫量 : $\text{Rnd}() \times 5 + 500$ (500~504)
- ・ Gold 在庫量 : $\text{Rnd}() \times 3 + 50000$ (50000~50002)
- ・ Food 生産能力 : $\text{Rnd}() \times 5 + 5$ (5~9)
- ・ 望ましい Food 在庫量 : $\text{Rnd}() \times 5 + 500$ (500~504)
- ・ 価格調整 : ± 1
- ・ Like : 0
- ・ 視野 : 25 (無制限)

この設定では Gold 在庫量が高くなっているが、これは市場が成立することを優先して、予算制約を与えないようにしているためである。この基本モデルに対し、「Food 生産能力」「Food 生産能力」「Like」「視野」の 4 つのパラメータを変えて比較実験を行った。実験はそれぞれの条件に対して 100 回実行し、その 100 回分の結果を平均したもので比較検証を行っている。これから示すグラフ (図 4-3 ~ 図 4-7) は、横軸は STEP 数、縦軸は 100 回分の市場価格を平均したものを示している。

4-3-1 Food 生産能力

4-2 に記したとおり Food 生産能力とは各生産エージェントが 1 STEP に生産できる Food の量だが、これを基本モデル $\text{Rnd}() \times 5 + 5$ に対し $\text{Rnd}() \times 5 + 4$ $\text{Rnd}() \times 5 + 6$ に変えて比較検証した (図 4-3) 図 4-3 が示す通り、Food 生産能力を「+5」から「+6」へ上げると、基本モデルに比べ市場価格が下落する傾向にある。これは Food 生産能力が上がることにより Food の在庫に余裕ができやすくなり、市場全体が供給過剰の状態になって市場価格が下落したと考えられる。逆に Food 生産能力を「+5」から「+4」に下げると、基本モデルに比べ市場価格が上昇する傾向にある。これは Food 生産能力が下がることにより Food の在庫が不足しがちになり、市場全体が需要過剰の状態になって市場価格が上昇したと考えられる。以上の結果、構築した市場は需給バランスと均衡価格との関係が一般の市場に見られるものと同じであることが確認できた。

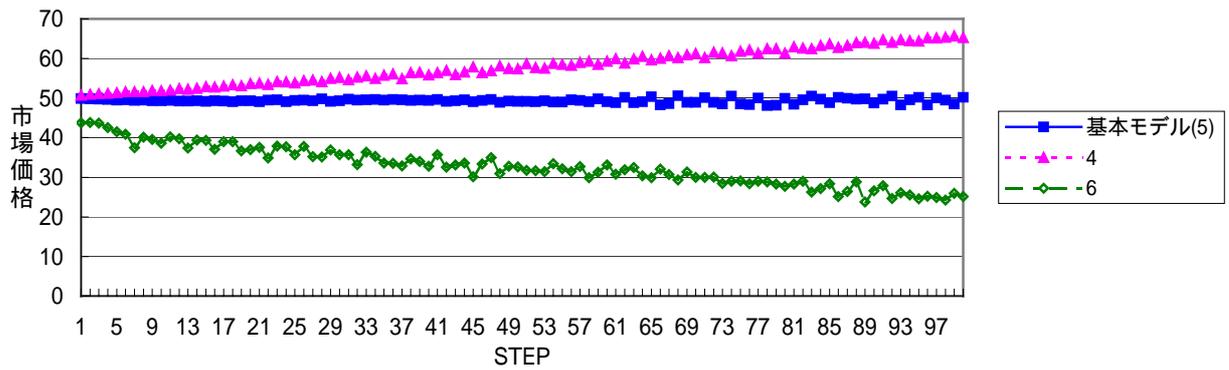


図 4-3 Food 生産能力の違いによる市場価格の変化

4-3-2 望ましい Food 在庫量

そして、各生産エージェントが最低限必要とする Food の在庫量「望ましい Food 在庫量」を基本モデル $Rnd() \times 5 + 500$ から $Rnd() \times 5 + 495$ と $Rnd() \times 5 + 505$ に変えて比較を行う(図 4-4)。

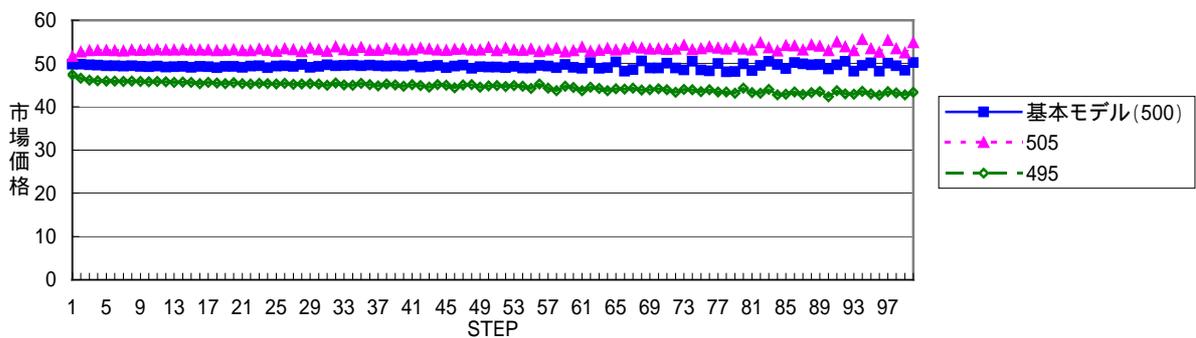
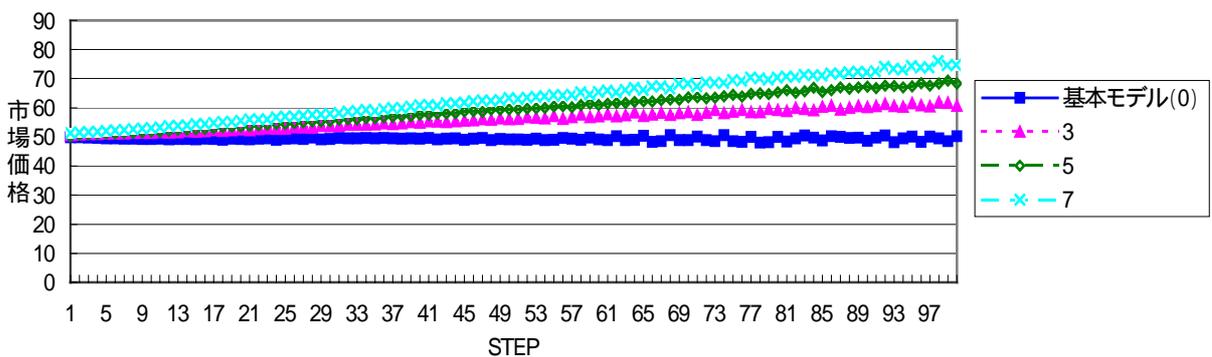


図 4-4 望ましい Food 在庫量の違いによる変化

結果は、望ましい Food 在庫量を「+500」から「+505」に上げると基本モデルに比べ市場価格が上昇する傾向にある。これは最低限必要とする Food の在庫が増加することにより各エージェントがより多くの Food を求め、また市場に出る Food の量も減少して市場全体が需要過剰の状態になり市場価格が上昇したと考えられる。逆に、望ましい Food 在庫量を「+500」から「+495」に下げると、基本モデルに比べ市場価格が下落する傾向にある。これは各エージェントが最低限必要とする在庫量が減少することにより Food の在庫に余裕ができやすくなり、市場全体が供給過剰の状態になって市場価格が下落したと考えられる。

4-3-3 Like



次に、生産エージェントに対して「Like」というパラメータを使って個性を与える。基本モデルが望ましい Food 在庫量分の Food を確保した後は Gold を貯めようとする「Gold 好き」なのに対し、望ましい Food 在庫量分の Food を確保し終えた後でもさらに Food を貯めようとする「Food 好き」という個性を「Like」によってエージェントに与えている。基本モデルには「Food 好き」なエージェントが存在していないのに対し、Food 好き：Gold 好きの割合をそれぞれ 3:7、5:5、7:3 に変えて比較した(図 4-5)。

図 4-5 Like 設定の違いによる市場価格の変化

Food 好き、Gold 好きといった特徴を与えていない基本モデルに対し、Food 好き : Gold 好きの割合が 3:7 から 7:3 になるにつれ、市場価格が上昇する傾向が見られる。これは Food 好きが増えるにつれ市場に出る Food の数が減少し、そのために市場が需要過剰傾向になるためだと考えられる。

4-3-4 視野

次に、エージェントに視野の限界を与える。基本モデルが視野の限界を与えていないのに対し、5、15 という 2 段階で視野の限界を与えた (図 4-6)。

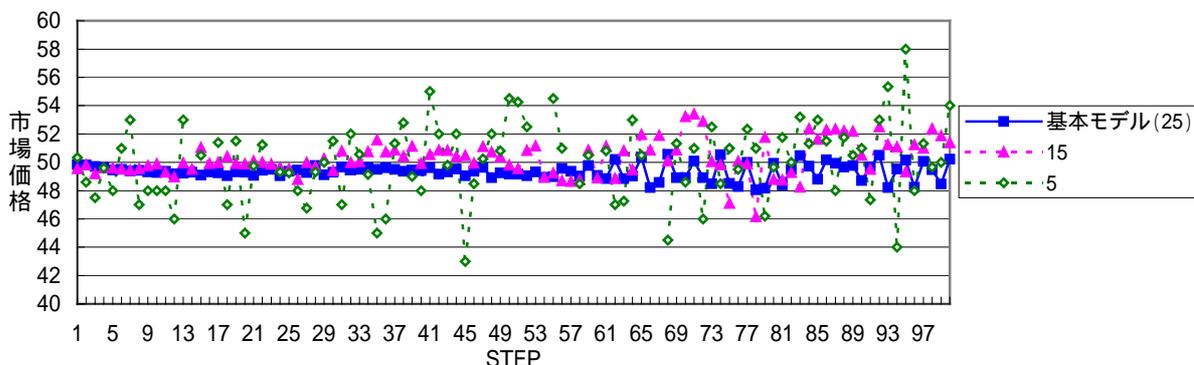


図 4-6 視野の限界による市場価格の変化

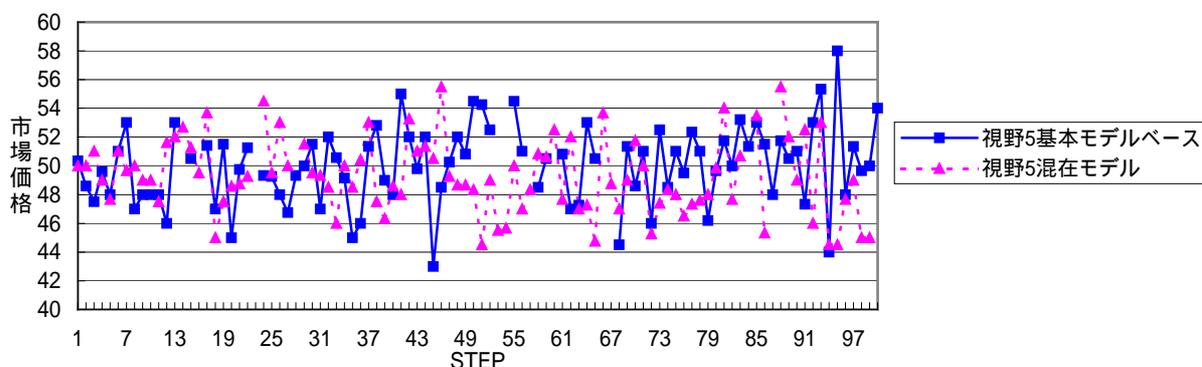
図 4-6 から、視野が小さくなるにつれ市場価格が不安定になることが分かる。これは、視野の限界を与えると市場に参加できるエージェントと参加できないエージェントが出てくるために市場が成立しにくくなっている (表 4-1) 上に、生産エージェント自身が 1 STEP ごとに移動しているために、毎回毎回市場に参加しているエージェントが変わっていて市場の状況が毎回全く違うものになっているからである。その結果、学習の効果が弱くなり、市場全体における取引に一貫性がなくなっていくからだと考えられる。

視野	無制限(25)	15	5
平均市場成立回数	86.29	52.73	2.71

表 4-1 市場成立数

4-3-5 混在モデル

最後に、5、15、25それぞれの視野において、視野以外のパラメータを基本モデルと同様に設定したものと、「Food 生産能力」「望ましい Food 在庫量」については基本モデルと平均は同じにしつつ乱数に幅を持たせ、複合的に変化を持たせた混在モデルとを比較した。すると、すべての場合において混在モデルの方が基本モデルベースのものよりも市場価格が安定した (図 4-7、表 4-2)。つまり、さまざまな特性を持つものが集まると、それぞれの特性を相殺して価格が安定することが分かった。



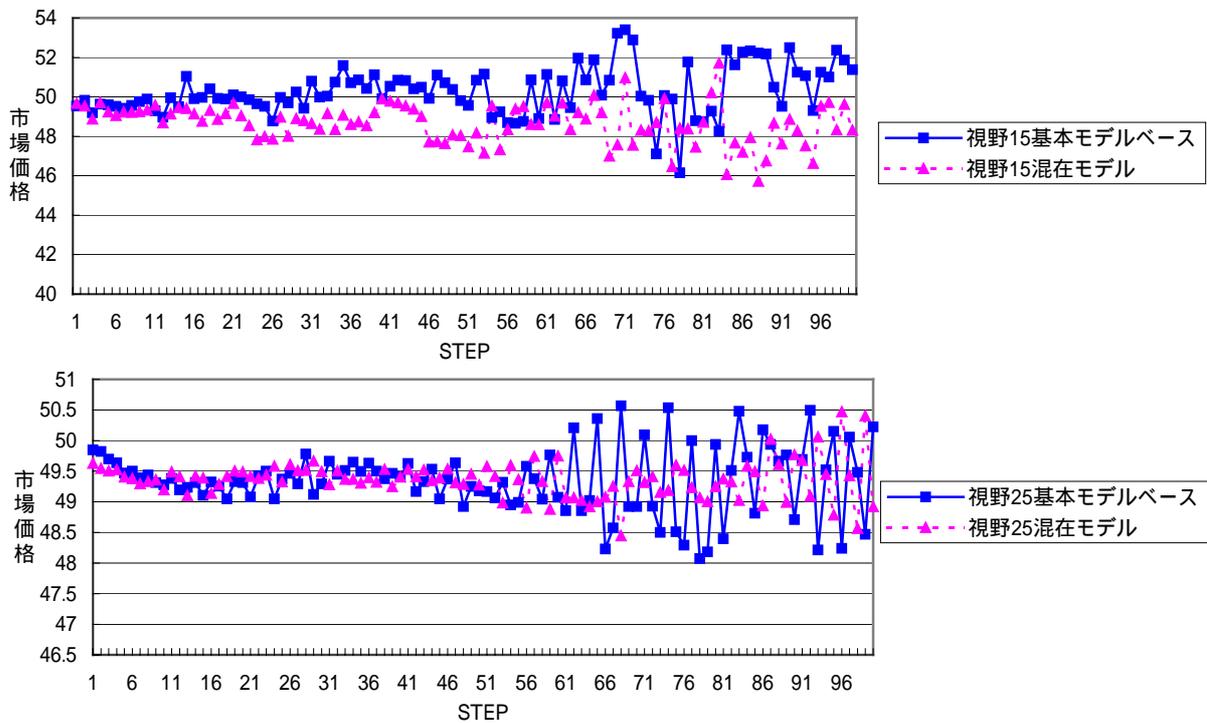


図 4-7 複合的に特性を与えることによる市場価格の変化

視 野	5	15	25
基本モデルベース	2.71	1.22	0.54
混在モデル	2.61	0.99	0.30

表 4-2 市場価格の標準偏差

4-4 考察

今回、生産エージェントの持つパラメータ「Food 生産能力」「望ましい Food 在庫量」「Like」「視野」といったパラメータを変化させることによって実験を行ったのだが、それぞれのパラメータが持つ特性が幾つか明らかになった。まず、「Food 生産能力」「望ましい Food 在庫量」といった需給関係に深く関わるパラメータは、市場価格に対し大きな影響を及ぼす事が判明した。また、「Like」に関してもエージェントの好みが必要関係に影響を及ぼす事がわかる。次にエージェントに視野の限界を与えると、市場に参加できないエージェントが存在し、また毎回参加できるエージェントが変わるために市場価格は不安定になる。そして、さまざまな特性を持つものが集まると、それぞれの特性を相殺して価格が安定するという結果を今回の実験で得られる事が出来た。

また集中取引市場は、市場価格が上昇するなら始終上昇傾向に、下降するなら始終下降傾向になるという一方向に向かってしまう発散系の特性を持つ事が今回の実験で明らかになった。

第5章 終わりに

本論文では、市場を相対取引市場と集中取引市場に大別し、それぞれの市場が持つ特性について、マルチエージェントシミュレータより評価・考察を行った。本論文で明らかになったことをまとめると以下の通りである。

相対取引市場

- ・ 相対取引に基づく市場は基本的に安定系である。
- ・ エージェントの持つ視野と作用の点で取引を活性化させることにより、市場の安定性が増す。た

だし、安定するまでの時間を見ると、必ずしも大きな視野を必要とはしない。

- ・ エージェントに非均質性を与える事により、収束までの時間は早いですが市場の最終価格は安定しにくい。
- ・ 以上の結果より、視野のグローバル化と作用の拡大は、市場の最適性に対しては有効となるが、ロバスト性に対しては必ずしも有効であるとは限らない。この結果は、市場の持つ分散性によるものと考えられる。

集中取引市場

- ・ 集中取引に基づく市場は基本的に発散系であり、需給バランスのちがいが価格や財の保有量に大きく影響を与える。
- ・ エージェントのもつ視野が大きくなるにつれ、市場は安定化に向かうという特徴がある。
- ・ エージェントに非均質性を与える事により、市場は安定化に向かうという特徴がある。
- ・ 以上の結果より、視野(=作用)のグローバル化により市場は安定することがわかる。集中型の市場では、エージェントのもつ特性が素直に市場へ伝わるため、非均質性のもつ影響は大きいものと思われる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、MAS(マルチエージェントシミュレータ)を貸与して頂いた構造計画研究所に対してここに感謝の意を示す。

参考文献

- (1) 塩田 由典、「複雑系経済学入門」、生産性出版、1997
- (2) <http://www.carc.aist.go.jp/~kiyoshi/paper/joho00b.pdf>
- (3) 服部 正太、木村 香代子訳:「人工社会」、共立出版、1999 .
- (4) 水田 秀幸、「エージェントが行うマーケットシミュレーション」、情報処理 40 卷 10 号、1999 .
- (5) 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所、「エージェントが行うマーケットシミュレーション」、<http://www.trl.ibm.com/projects/optsim/mktsim/mktsim.htm>
- (6) 株式会社構造計画研究所 創造工学部、「Agent Based Simulator User's Manual」、2000 .