

第6章

自律分散型市場における 多層的調整企業モデル

——マルチエージェント・シミュレーションにもとづく

吉地 望・西部 忠

1 はじめに

われわれは市場経済が一般均衡理論の描くような「他律集中型システム」ではなく、「自律分散型システム」であることを明らかにすることを目指している。この目的のために自律分散型市場モデルを構築し、モデル分析を行う。このような分析にもとづき、市場経済に対する知見・理解を広げることができると考える。

最初に耳慣れないわれわれの用語法について確認しておく必要がある。われわれは一般均衡理論が想定する市場を「他律集中型市場」と呼ぶ。他律集中型市場は、「他律型市場」と「集中型市場」の2つの概念によって構成される。「他律」は「自律」の反意語であり、経済主体が自分の意志によるのではなく、他からの指示（セリ人）や指令（計画当局）によって行動することを意味する。経済主体を利潤や効用の極大化を行う「最大化主体」と規定することは、それが自律的存在であることをむしろ否定する。自律的な主体は、主体の外部から指示や指令を受ける受動的な存在であってはならず、自らがいかなる行動を行うかを自らが有する情報、計算能力、意志にもとづいて決定する能動的な存在でなければならない。たとえ最大化計算を行うための計算能力をもっていないにしても判断ができるところに、主体の自律性と

自由が存在するのである。その意味で、この経済主体は、計画経済における経済主体でも、完全競争市場における経済主体とも異なる。しかるに、一般均衡理論における経済主体は、おのおの同一の効用関数ないし利潤関数をもっており、価格ベクトルを入力すれば、消費ベクトルや産出ベクトルを出力するような受動的な計算機械と考えられている。経済主体にはなんら自律的に判断する自由度は存在しないという意味で、それらは「他律」的存在とみなされているといえよう¹⁾。

他方、「集中型市場」とは、すべての取引希望が中心＝セリ人に伝達されて、そこで集計され、すべての財について需要と供給を一致させるような均衡価格が中央計画当局により算出されるか、タトヌマンを経て試行錯誤的に導出され、そうした均衡価格ベクトルが経済主体に伝達されるようなタイプの市場のことである。一般に、このような市場は「完全競争条件」を満たす市場といわれる。しかし、これは、すべての取引の契約と決済が一極的に行われる市場を意味しているので、取引様態に着目するときには、むしろ「集中型」と呼ぶほうが適切であるとわれわれは考える。この市場の特徴を別の側面からいえば、貨幣の役割がきわめて限定されているということである。貨幣は明示的に定義されていないし、陰伏的な機能としても、流通手段や価

1) ロボットの例で考察してみよう。限られた平面のなかにロボットが多数存在する世界を考えよう。一般均衡理論に登場するロボットはセリ人と呼ばれる大型計算機と接続されており、進行方向を決定する際には、自身の収集した情報と進みたい方向を計算機に伝達する。大型計算機は他のロボットから送られてきた情報を総合して、どのロボットも衝突しないような指令を出すための計算をする。一度で最適な進行方向が得られない場合は、進行方向を変えるように指示を出しながら、再計算を行う。すべての条件が満たされるといっせいにロボットは動きはじめる。このようなロボットはつねに大型計算機と接続されている必要があり、この意味で自律したロボットではない。自律分散型市場の自律ロボットは、自身の収集した情報をどこにも送らずに、内部で計算処理を行う。そのためにしばしば他のロボットとの衝突を引き起こすであろう。衝突しないためにはロボットの作成者が衝突を避けるための行動原理を与える必要がある。たとえば衝突を起こさないためには他のロボットと直面した際には右に避けるというルールを導入することなどが考えられる。このルールによって衝突数は減少するであろう。ロボット実験の場合にはこのローカルなルールは製作者によって与えられるか、なんらかの学習により獲得するよりほかはないが、われわれが対象としている市場における行動ルールは、無意識的に与えられている点異なる。後で詳しく考察するが農業社会における定型化された行動などが無意識的にローカルな行動ルールを与えてくれているのである。

値保蔵手段ではなく、ニューメレールとして想定されているだけである。さらに、このような市場が成立するためには次のような条件が満たされていなければならない。すなわち、中央計画当局が均衡価格を直接計算するためには、中央当局がすべての経済主体の効用関数や生産関数などの必要なデータを知っており、それらにより均衡価格を計算しうのような、膨大な情報収集能力と計算能力をもっていること、また、セリ人が均衡価格を試行錯誤的に模索するためには、経済主体が最大化計算を行いうだけの十分な計算能力を有していること、である。しかるに、情報完備性や計算量に関するこうした条件は、財や主体の数が数百程度の複雑さをもつ経済システムにおいても一般には満たされることが明らかにされている（塩沢，1990；西部，1996）。一般均衡理論は、市場の理念型をこのような「他律集中型市場」として設定したうえで、それについて緻密な分析を進めたものであり、その結果、市場を「均衡価格計算・伝達機」と認識することには成功した。だが、理論と現実のギャップは、理念型としての市場（完全競争市場）からの乖離（不完全性、攪乱要因）として扱われているにすぎないため、市場の他の重要な側面、たとえば、貨幣や在庫の重要な意味は考察から除外されている。つまり、一般均衡理論は現実の複雑さという問題を初めから回避することによって成立しているので、そうした理論によっては市場経済の複雑性を認識することができない。これは一般均衡理論があらかじめ採用した市場のヴィジョンの問題であるため、理論の部分的修正によって解決することは不可能であり、前提とする市場像の根本的な変更が必要とされる。

そこで、西部忠は、市場を認識する基本的設計図として「自律分散型市場」²⁾を提案した。この市場は、①不可逆・多重螺旋的時間³⁾、②切り離し機構、③入れ子型価格・数量調整といった概念から構成されており、企業による多層的調整についての具体的な描像を含んでいる。これらの諸概念は「他

2) 近年、市場の調整過程を主流派経済学とは異なる観点から分析した論文が多く見られる（塩沢，1990；西部，1995,1996；森岡，1993；Hodgson，1988）。これらの論文は、主に企業行動を分析の対象とし、財市場における企業行動の分析が中心となっている。

3) 意志決定、生産、流通、消費にかかわる時間をわれわれがどのように認知するかを表しており、時間そのものの性質をいっているわけではない。

律集中型市場」における①無時間、②無貨幣、無在庫、③価格・数量同時決定といった概念に対比されるべきものである。

②の切り離し機構はとくに注目すべき概念である。これは①の時間にも関連している。切り離しは、貨幣や在庫といったストック変数の存在によって可能となる。一般均衡理論における生産と消費は無時間的に瞬時に行われるのに対して、現実の経済では、生産・流通・消費などの経済行為には一定の時間の経過が必要であり、しかもそれらがいったん行われれば取り消すことは不可能である。つまり、生産期間、流通期間、消費期間などが存在し、時間は不可逆で方向的である。それゆえ、生産者は生産物に対する超過需要や需要不足（売れ残り）に陥る可能性、消費者は供給不足（売り切れ）や所得不足に陥る可能性につねにさらされている。しかし、生産者⁴⁾が在庫を保有すれば、売り切れや生産物投棄によって発生する損失を減らすことにより、多くの場合、こうした不確実性に対応することができる。また、生産者や消費者は貨幣を保有することにより、今期の所得の一部を来期に貯蓄として移転すれば、所得と消費を時間的に切り離すことができ、売り切れや価格変動にかかわる不確実性に備えることができる。このような生産と販売、あるいは所得と消費を異時点間に分離するメカニズムを「切り離し機構」と呼ぶ。大規模で複雑な経済において経済主体は、完全予見や期待効用最大化を行うことができないからこそ、貨幣や在庫のバッファのような切り離し機構を利用することで現実の不確実性に対処している。

だが、それだけでない。このような切り離し機構は、主体による局所的情報の認知機構としても機能するということが重要である。各経済主体（とくに企業）は、貨幣や在庫のバッファを利用して、生産・流通・消費といった諸経済活動を時間的に切り離せるならば、貨幣や在庫の変動を自らの外的環境への適応度を表す局所的情報として利用することができる。

ただし、切り離し機構そのものは、工業化された社会に特有のものではなく、農業社会においても、米などの穀物の備蓄が行われ、悪天候や天災によ

4) 生産者は原材料や労働力を購入して生産を行うときには、いわば消費者としての側面をもっている。生産者と消費者の区分は概念的な区分としてのみ有効であり、実在としての主体は両側面を有していることに留意する必要がある。

る不作という不確実性に備えていたことは広く知られている。備蓄量の増減は作付面積を増やすか、減らすかといった判断にも利用されていたはずである。企業の在庫と同様に穀物の備蓄量は重要な局所的情報となっていたと思われる。ただし、ここで主張したいことは、農業社会においても企業と同様の調整行動が行われていたということではなく、切り離し機構自体は不確実性に満ちたわれわれの社会には必然的に存在し、その切り離し機構自体が情報としての機能をもあわせて持っている、ということなのである。

農業においては暦（日、週、月、年など）が重視され、暦にもとづいて種蒔や収穫などが実行されてきた。週単位で実行される農作業、月単位で実行される農作業といったかたちで農作業は定型化されていった。農業社会におけるこのような作業は、われわれの時間に関する認知を形成していった⁵⁾。種蒔、収穫期は多期作や多毛作などを除き1年ごとに繰り返され、その年の作況に応じて来期の種蒔量や今期の収穫量変動するため1年ごとにまったく同じ状態が循環するわけではない。農業社会の人々にとって時間とは繰り返しと差異をもつものであり、この時間が螺旋のような構造として理解できることから、本章ではこのような時間構造を「螺旋的時間」と呼ぶ。さらに雑草の防除や、肥料や水の調整などはさらに短い循環構造をもつため、農業においては複数の長さの時間が入れ子型になっており、農業社会における人々は時間を「多重螺旋的」なものとして認知するようになっていった。

したがって、その後登場する工業中心の社会においても経済主体（企業家）が経済諸活動を異なる期間構造に分け、循環的に実行するよう組織化することは農業社会の成立をみればごく自然なことなのである。多重螺旋的に時間を認知するがゆえに、経済諸活動を多層的に分ける（定型化する）ことができ、そして不確実な外的環境に適応することができるのである。

主流派経済学が経済主体の超合理性を要求した背景には、主流派経済学が

5) 時間に関する認知は、時間に関する認識とは違う意味で用いられている。時間認識が時間について熟慮した結果得られるものであるのに対し、時間認知は、幼少のころに獲得した時間に関する慣習、決まりごとにもとづいて行われる。たとえば1週間は7日、1年は365日といった決まりごとは無意識的に時間にかかわる問題を取り扱う際に利用されており、われわれの時間にかかわる事柄に対する認知を規定しているのである。

時間を可逆的であると認識したことにある。このような時間認識は、経済現象も自然科学の実験室で構築された閉鎖系同様に扱うことができるという考えを生み出し、そのなかから合理的予想などの非現実的な仮定が生み出されてきた。合理的予想の成立する基盤は、事象が大量反復し、その事象の時間的平均値と空間的平均値が一致するエルゴード性が成立していることにあるが、エルゴード性は不可逆的な時間構造をもつ多重螺旋的時間とは相容れない。そもそも現実の経済現象がエルゴード性をもつならば、不確実性は確率論を駆使することにより克服され、切り離し機構を利用した多層的調整などは必要ないからである。また合理的予想にもとづけば、すべてが大域的情報として扱われるため、局所的情報にかかわる認知の問題は捨象され、ゆえに認知と予想をあえて分離して議論する必要性などない。「予想」の問題とくらべ、いままで「認知」の問題が十分に経済学のなかで取り扱われてこなかった背景にはこのような時間に対する認識が少なからず影響しているのである。本章では時間を多重螺旋的なものとして認識することにより、さらに詳しく認知の問題を検討していくことにする。

従来の経済理論は、不確実性という問題を重視し、それに経済主体の「予想（期待）」の側面から光を当ててきた。そして、「認知」を必ずしも主題に扱ってこなかった。これに対して、われわれは経済主体がいかに外的経済環境についての局所的情報を「認知」するかという側面に着目する。予想は未来において生じる事象の不確実性にかかわるものであるのに対して、認知は過去や現在における事象の不可知性ないし非決定性にかかわる。過去や現在の外的事象といえども、それは、万人に等しい客観的データや、万人に等しい確定的な意味を提供するわけではない。情報収集上の差異と主観的解釈上の恣意性・多様性の余地が必ず存在する。認知とは、主体が、自己が有する在庫の変動のような局所的情報を在庫閾値のような自らの認知フィルタ（認知枠）を通じて行為を行うための知識として生成・解釈することであり、その結果、外的環境の「内部モデル」を自己の内部に構成するという主体的な営為である。そう考えるならば、各主体が受信する局所的情報自体がそれぞれ異なるときに、その行為に関する意思決定が異なりうるだけではない。さらに各主体が同一の局所的情報を受信したにしても、認知フィルタが異なれ

ば、その解釈から帰結する意思決定は異なりうるのである。それゆえ、現在の事象（他の主体の行為を含む）は、各主体の未来の事象に関する予想のみならず、各主体の過去や現在の事象に関する認知・解釈によっても影響を受ける。言い換えれば、主体による未来に関する予想形成は、過去や現在に関する認知・解釈を前提とせざるをえない。つまり、認知は予想に論理的に先行するものと考えなければならないのである。

よって、まず未来に関する予想という問題を捨象するとしよう。この場合、経済主体はお互いの認知フィルタと環境の内部モデルを完全には知りえないとすれば、それにもとづいて決定されるおのおのの経済行為が合成的な結果として生み出す未来の事象は、必然的に不確実性を内包することになる。一般に、予想とは、非決定論的な外的大量現象の存在を仮定したうえで、過去の事象のデータにもとづいて未来の事象の主観的確率分布を決定することであり、不確実性とは、そのような状況に直面する主体にとって現れる未来の様相を意味すると考えられている。しかし、ここでは、不確実性は、サイコロを振るときのように、いまだ生じていない外的事象の蓋然性や偶然性から生じるものではなく、過去や現在の事象についての主体による認知・解釈の多様性から、いわば「内生的」に生成されている。過去や現在についての認知・解釈の多様性自体が、未来における不確実性を生み出す原因なのである。この観点に立てば、経済主体の行為やその相互作用が生み出すネットワークを分析するためには、予想に先立って認知を考察対象とする必要がある。われわれが、認知は予想よりも認識論・存在論的な意味でより根源的であると考えるのは、このためである。

また、予想と認知の差異は、フロー情報の異なる処理方式としても理解することができる。予想は内部モデル（内部環境）からのアウトプット情報処理であるのに対し、認知は外的環境からのインプット情報処理を意味する。伝統的経済学は、内部モデルへのインプット情報（すなわち認知）は万人に共通であり、この同じインプット情報からいかに異なるアウトプット情報（すなわち予想）が生み出されるかに焦点を当ててきた。新古典派やケインジアン、ポスト・ケインジアンは、このような観点から予想に注目する点で共通している。しかし、認知とは、外的環境からの異なるインプット情報

(局所的情報)を異なる認知フィルタで処理することである。その結果、かりに予想形成方法が同一だとしても、アウトプット情報に違いが生まれ、それにもとづく経済行為が異なってくることになる。さらにいえば、決定論的事象世界の存在と各主体における客観的データ(技術や嗜好)や予想の同一性を仮定したとしても、認知フィルタが異なるという条件だけから各主体は異なる行動を取り、その相互作用の結果としてマクロ的な不確実性や動態性が生じる。これを説明できることが、われわれのモデルの独創的な点である。後で述べるように、これは、主体の「異質性」をどのように理解するかという論点にかかわっている。

念のために述べておけば、貨幣や在庫などのストック変数を切り離し機構として導入するわれわれのモデルは、不確実性に対処するさいに、経済主体の将来に関する予想の役割を無視するものではない。事実、本論文のモデルは静学的予想を組み込んでいる。合理的予想のような超合理性を経済主体に要求しないかぎり、これ以外のさまざまな形式の期待を導入することは可能である。われわれは、主体の意思決定過程において認知と予想を統合すべきであり、そのための出発点は認知過程にあるということを主張したいのである⁶⁾。

経済主体レベルにおける貨幣や在庫の保有は、所得と消費、生産と供給の切り離しにより経済の複雑性を縮減し、経済主体が直面する不確実性を軽減することを可能にするが、他方、そのこと自身がマクロ経済レベルにおける超過需要や需要不足を引き起こす原因となる。したがって、貨幣や在庫などの切り離し機構を明示的に導入した市場モデルを構築することによって、景気変動メカニズムについて新たな理解を得ることができる。このような切り離し機構を利用した経済主体の行動をモデル化し、マクロレベルでどのような景気変動を引き起こすかを分析することは、資本主義経済の動態的特質を理解するうえできわめて重要な意義をもつと考える。われわれが、市場の基本設計図として自律分散型市場を採用するのはこのためである。

6) 本モデルでは、予想形成に関しては全企業が静学的予想を取るもので同一、認知形成に関しては在庫閾値の違いにより異質であると、設定されている。

一般均衡理論の経済主体はいわゆる「経済人」であり、経済人(ホモ・エコノミクス)は、経済的合理性と方法論的個人主義によって構成される概念である。経済人を仮定すれば、各主体を同一とみなすことができるために、従来、「代表的個人(Representative Agent, 以下RAと記述する)」を用いたマクロ分析が広く行われてきた。しかし、近年このようなRAを理論分析の枠組みとすることに対する批判が高まってきている(Kirman, 1992; Malinvaud, 1993; Grandmont, 1993; Chavas, 1993; Gallegati and Kirman, 1999)。RAを用いた実物的景気循環理論は、生産性の外生的ショックから景気循環が発生すると主張しているが、最近のいくつかの実証研究(Davis and Haltiwanger, 1996; Davis et al., 1996; Caballero et al., 1996)は、生産性ショックとは異なる特異な要因が生産、投資、雇用の変化を支配していることを示している。このためRAアプローチに対する疑念は広がり、経済主体の異質性(heterogeneity)を無視することの弊害がしばしば論じられている。ここから一歩進んで、Colander (1996)、Hartley (1997)は経済主体が合理的な最大化主体ではなくても、経済主体が異質であれば、現実と矛盾しない集計量が得られる、と論じている。Delli Gatti, Gallegati, Palestini (2000)は、経済主体の異質性が景気変動を増幅し、所得分布の漸進的変化が、自律的な景気循環をもたらすことを、ニュー・ケインジアンミクロ的基礎理論にもとづいて示している。われわれの研究も「異質性」という観点において、これらの研究に同意するものである。われわれが重視する主体の「自律性」は、主体の「異質性」をそのなかに含んでいるので、前者は後者よりもより一般的な概念であると考えられる。

また、一般均衡理論は、集中型市場における価格のパラメータ機能を前提するがゆえに、各経済主体とセリ人との関係のみを考察し、主体間の相互関係を捨象することができるが、それを前提しない場合には、その相互関係を考察せざるをえない。なぜならば、セリ人が発する価格シグナルが大域的情報として存在しない場合、近傍の他主体との緩やかなネットワーク形成は経済主体の自律的行動にとって不可欠であるからである。われわれは、このように経済主体が局所的情報にもとづいて近傍主体と相互作用することでネッ

トワークを形成するような市場を「分散型市場」と呼ぶ。われわれは、このような主体間の相互作用を扱うモデルとしてマルチエージェント・ベース・モデルを採用する。

③の入れ子型価格・数量調整は、多層的調整企業を構築するうえで不可欠な概念である。一般均衡理論では、セリ人によって相対価格体系が提示されるので、それにもとづいて企業は利潤を極大とする生産量を「決定」とされている。しかし、それは、一物一価的な価格を所与として、(生産関数が連続かつ擬凹であるなら)利潤最大化原理から一義的に「計算」されるものでしかない。このような論理が、こうした価格メカニズムを通じた価格と数量の「同時決定」を可能にしている。だが実際には、全企業が一物一価に直面していることはありえず、むしろ自らの売上予想にもとづき生産量のみならず価格をも自律的に「決定」しているのである。しかし、数量調整と価格調整の両者を包含するエレガントな数理モデルを構築することは困難であるので、価格調整のみにもとづくモデル(一般均衡モデル)ないし数量調整のみにもとづくモデル(一般不均衡モデル)が構築されてきた。しかし、現実においては、数量調整と価格調整はどちらか一方が機能しているのではなく、同時に作動するものとして統一的に理解すべき現象である、と考えられる。このため、われわれは、2つの調整様式が螺旋的時間のなかで交互に作動するようなモデルを導入する。そこでは、分析単位とする企業自らが数量調整と価格調整を入れ子型に行うので、これを「多層的調整モデル」と呼ぶ⁷⁾。

多層的調整企業の考え方は多くの可能性を提供する。それによれば、企業は、生産量決定に際して利潤最大化原理を必要としないし、価格設定に関しても限界費用価格形成原理を必要としない。この点において主流派とはまったく異なる、より現実接近した企業像を構築することができる。たとえば、企業の収益に対して支配的事実を反映した収穫逦増を仮定した場合に、利潤最大化原理では特殊なケース(S字型生産関数のような)を除き、生産

7) 多層的調整モデルのアイデアはMarshall (1920)の多層的時間構造にもとづいて、西部忠(1996)が展開した。

量決定を行えない。しかるに、在庫調整を利用した生産量決定を行う多層的調整企業においては、いかなる生産関数でも生産量を決定することができる。したがって、収穫一定のみならず収穫逦増のケースをも含むようにモデルを複雑化してより現実に近いモデルを構成することも容易である。とくに強調すべきは、切り離し機構としての貨幣や在庫を導入することで、従来とは異なる市場経済の見方を提示している点にある。これにより、貨幣的側面と実物的側面を同時に考慮する新たな景気循環モデルの構築も可能になる。しかし、より複雑なモデルを考察する前に、われわれは、自律分散型市場経済の最も基本的なモデルがどのような特性をもっているかを研究すべきである。多種類のバッファが存在するシステムの振舞いは一般に複雑であるので、それらを理解するための導入として、一種類のバッファを有する最も単純なシステムから始めるのがよいであろう。

われわれの基本モデルは、切り離し機構として製品在庫のみを導入し、短期・中期という2層からなる入れ子型時間における多層調整メカニズムを導入する⁸⁾。今後は、切り離し機構として在庫だけでなく貨幣をも導入し、また長期における固定資本バッファをも含む3層の調整メカニズムをもつ、より一般的なモデルへ拡張することを目指している。本章は、在庫を導入した短期、中期の2層の調整メカニズムからなる自律分散型市場を対象とするが、紙幅の都合上、経済主体については、最初に代表的個人(RA)⁹⁾を導入して、その経済システムの振舞いを調べた後で、経済主体の異質性の導入がこの結果に対してどのような変化をもたらすかを分析するにとどめる。まず2節で基本モデルを構築し、3節で基本モデルの振舞いをRAの枠組みと異質的個人(Heterogeneous Agent, 以下HAと記述する)の両面から解析する。4節で得られた洞察を整理し、今後の課題について言及する。

8) 在庫を導入したモデル分析に関してはBlinder and Maccini (1991)が詳しい。支配的事実として、企業の製品在庫よりも、仕掛品や原材料在庫および卸小売業の抱える在庫の比率が大きいたことが指摘されている。本章では、導入としてこれらの問題を捨象し、製品在庫に焦点を絞っている。

9) ただし、われわれは最初から企業を「経済人」として捉えていない。限定合理性しかもたない多層的調整企業を仮定しているからである。したがって、われわれがRAと呼ぶ場合に、「経済人」を仮定したRAとは意味が異なることに留意する必要がある。

2 基本モデル

2.1 行動原理

企業は、最低限、生産費用をカバーしつつ、できるだけ損失を累積しないという条件を満たすことで、生存しつづけようとする主体である。なぜならば本モデルにおける企業とは going concern として、まずは継続・存続することに重きをおいているからである。利潤から投資（技術革新）を行わないので、利潤を積極的に追求するというより、利潤（累積的な）はそれ自体、外的環境の変化に適応し、生き残るための、受動的な（価格変数的）バッファの役割を果たしている。企業は利潤最大化を目指して行動しているという批判もあるが、この基礎モデルは人間の恒常性のような基礎代謝的レベルの活動を描写しており高等な基準（利潤や成長率や市場占有率の増大）や活動（投資や技術革新）をより高次ループで達成するための基礎になっていることができる。

2.2 供給

われわれの経済の供給サイドは多数の企業によって構成される。それぞれの企業は、収穫一定の技術¹⁰⁾を体化した固定資本によって同質財を生産している、と仮定する。投入は資本のみで労働はなく、固定資本量は不変である。したがって、生産量は、固定資本の利用度（稼働率）に応じて変化する。

$$Y(i, t) = u(i, t-1)K(i) \quad (6-1)$$

Y と K は t 期における i 番目の企業の産出量と固定資本量、 u は固定資本の稼働率を表す。企業は在庫を保有するため、供給（可能）量は生産量と在庫量によって決定される。

$$S(i, t) = Y(i, t) + Z(i, t-1) \quad (6-2)$$

10) この仮定は多くの産業の支配的事実に反するが導入の際の単純化のために採用した。

企業は自己の設定した価格で生産物を供給量まで販売する。各企業の単位費用は変化するが、それは在庫・供給比率に比例して在庫費用が変化するからである。 $sc = 0$ を仮定すると費用一定となる。

$$k(i, t) = k_0 + scZ(i, t-1)/S(i, t) \quad (6-3)$$

ここで、 k_0 と sc は単位生産費用（費用パラメータ）と単位在庫費用を表す。利潤は販売額と総費用の差となる。

$$\pi(i, t) = p(i, t)X(i, t) - k(i, t)S(i, t) \quad (6-4)$$

ここで、 $p(i, t)$ は生産物価格、 $X(i, t)$ は販売量を表す。企業は累積総利潤が負になったとき（つまり n 期）、すなわち、

$$\sum_{i=0}^n \pi(i, t) < 0 \quad (6-5)$$

のとき、ただちに倒産すると仮定する。倒産した企業のかわりに新企業が参入することはないので、企業数は倒産に応じて減少していくことになる。

固定資本の利用度は、在庫閾値にもとづいて決定される。各企業は在庫の上限閾値と下限閾値を有すると仮定する。実現在庫が在庫上限閾値に達するか、それを上回ると、生産は減少され、在庫下限閾値に達するか、それを下回ると生産は増加される。固定資本の利用度の変化率は、次期の予想販売量にもとづき導出することができる。実現在庫 $Z(i, t)$ と在庫閾値 $Zuth(i)$ の差を意図せざる在庫増減とみなし、予想販売量 $E(X(i, t+1))$ から意図せざる在庫増減を引いた値が生産量と等しくなるように利用度を変動させる¹¹⁾。われわれは、このプロセスを「短期調整プロセス」あるいは「数量調整プロセス」と呼ぶ。短期調整は每期実行される。

①

$$If(Z(i, t) \geq Zuth(i))$$

$$u(i, t+1) = (E(X(i, t+1)) - (Z(i, t) - Zuth(i))) / K$$

$$Flag1(i, t) = Flag1(i, t-1) + 1$$

11) 実現在庫が下限閾値に達した場合の数量調整は工夫が必要である。なぜならば受注在庫（残）が存在しないと仮定しているため、実現在庫と在庫下限閾値の差がつねに0になってしまい、稼働率調整に差を利用できないからである。したがって、本章では実現在庫が在庫下限閾値に達した場合（②の場合）の稼働率調整にも実現在庫と在庫上限閾値の差を利用している。

$$\text{If}(u(i, t+1) < 0)$$

$$u(i, t+1) = 0$$

②

$$\text{If}(Z(i, t) \leq Zlth(i))$$

$$u(i, t+1) = (E(X(i, t+1)) - (Z(i, t) - Zuth(i))) / K$$

$$Flag2(i, t) = Flag2(i, t-1) + 1$$

$$\text{If}(u(i, t+1) > 1)$$

$$u(i, t+1) = 1$$

③

$$\text{Unless } u(i, t+1) = u(i, t)$$

ここで、 $Zuth$ と $Zlth$ は在庫上限閾値と在庫下限閾値、 $E(X)$ は予想需要、 $Flag1$ と $Flag2$ は価格下方設定フラグと価格上方設定フラグを表している。実現在庫が在庫上限閾値に達する場合①、在庫下限閾値に達する場合②、それぞれのフラグである $Flag1$ と $Flag2$ に記録される。在庫閾値の範囲に収まる場合③には生産調整を行わない。本章では、在庫受注残すなわちマイナスの在庫は存在しないと仮定している、在庫の下限は 0 である。よって、在庫下限閾値 ($Zlth$) も 0 と仮定する¹²⁾。在庫上限閾値は緩衝在庫ないし安全在庫¹³⁾としての意味をもっている。価格改定は、各企業が設定する価格改定閾値にもとづいて行われる。価格改定閾値の大きさは、企業が価格改定を行う際の感度を意味する。それが小さければ敏感であり、大きければ鈍感である。価格下方設定フラグか価格上方設定フラグが価格改定閾値に達すると、企業は下方ないし上方へ価格を改定する。このプロセスを「中期調整プロセス」あるいは「価格調整プロセス」と呼ぶ。中期調整が作動した

12) Caplin (1985) の $S-s$ モデルでは下限の在庫閾値 s を正の値としている。本章において在庫の下限閾値を 0 としたのは分析の単純化という目的もあるが、それ以外にも行動原理のところで述べたように、企業は積極的に在庫の下限である s (本論では $Zlth$) を設定するというよりも、むしろ在庫が完全になくなった時点で、はじめて利潤機会を認識するような主体であり、生存を第一目標にしていると考えているからである。

13) 在庫は①情報機能、②緩衝機能、③投機機能という 3 つの機能をもつが、われわれのモデルは、このうち最初の 2 つを明示的に取り入れている。企業は在庫閾値を設定することにより、在庫閾値に達する在庫変動を情報として利用している。また、企業の設定する在庫上限閾値は緩衝在庫ないし安全在庫としての役割も果たしている。

場合、 $Flag1$ と $Flag2$ はリセットされて 0 に戻される。中期調整は每期ごとに行われず、 $4t$ に一度行われるものとする。ただし、 $Flag1$ と $Flag2$ は中期調整が作動してもしなくても 1 年 ($t = 48$) でリセットされて 0 に戻る。これは、生産調整の記憶は 1 年単位でリセットされることを意味する。したがって、1 月からシミュレーションを開始するならば、1 月の記憶は 1 年あまり持続するが、12 月の記憶は 1 カ月未満しか持続しないと仮定している。

①

$$\text{If}(Flag1(i, t) \geq Pth(i))$$

$$P(i, t+1) = P(i, t)(1 - Pc)$$

②

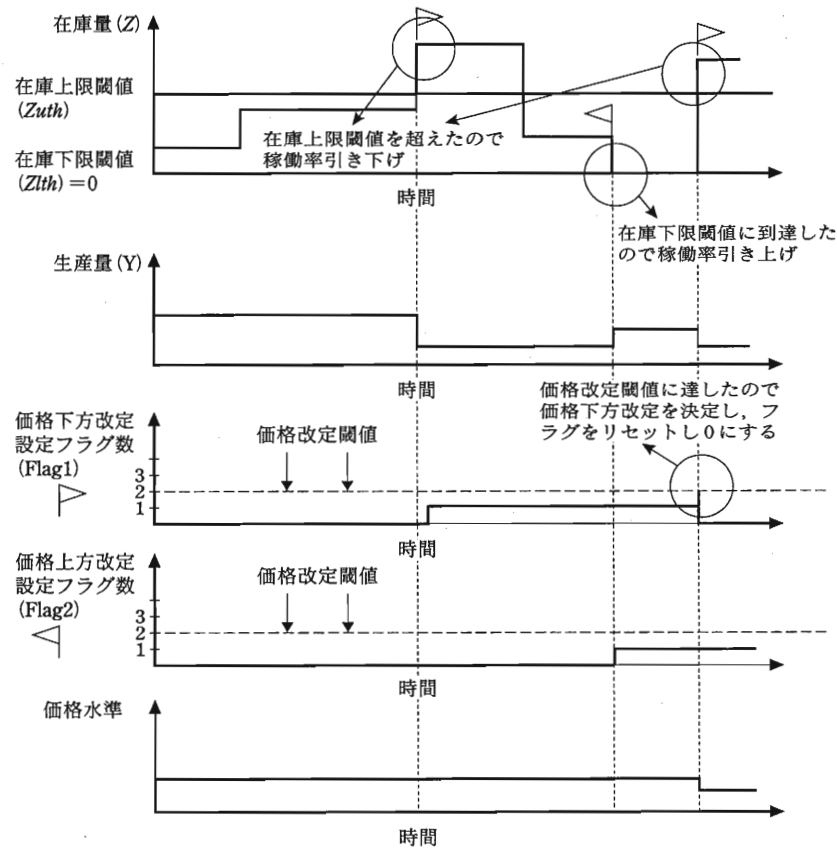
$$\text{If}(Flag2(i, t) \geq Pth(i))$$

$$P(i, t+1) = P(i, t)(1 + Pc)$$

ここで、 Pth と Pc は価格改定閾値と価格改定幅を表す。短期調整と中期調整の関係を図示したものが図 6-1 である。それは、次のような多層的調整過程を描いている。まず、企業は在庫が 2 回上昇して、2 回目在庫上限閾値を超えると生産量を減少させ、価格下方設定フラグを 1 にする。ついで、在庫が 2 回減少し、2 回目在庫下限閾値である 0 に達すると、生産量を増大させ、価格上方設定フラグを 1 にする。さらに、在庫が 1 回上昇して在庫上限閾値を超えると生産量を減少させ、価格下方設定フラグを 2 にする。このとき、価格上方設定フラグが価格改定閾値 2 に達したので、企業は価格を引き下げる。そしてここで価格上方設定フラグと価格下方設定フラグはリセットされて 0 に戻る。

以上の設定より、集計された個別企業の供給関数は、基本的に階段型になる。例外は、個別企業の設定する価格が均一な場合で、この場合は集計された供給関数が水平な供給関数になる。シミュレーションが進行するにつれて個別企業の設定価格が分散すればするほど階段の数は多くなり、逆に設定価格が収敛してくれば階段の数は少なくなり、ほぼ水平な形状を作り出すことになる。

図6-1 多層的調整メカニズム



2.3 需要

われわれのモデルの需要サイドは代表的消費者によって構成される。代表的消費者は価格変化に伴って需要量を変化させる主体である。代表的消費者はすべての企業の設定価格を参照し、安い財を販売する企業から順番に財を購入していく。したがって、同じ財がさまざまな価格で販売される（一物多価）。同じ価格で財を販売する企業に対する需要は均等に配分される。市場に供給されるすべての財を購入しても、なお需要が余る場合は、その期においてはそれ以上の購買を断念する、つまり、受注在庫（残）は存在せず、今

期の需要を来期に持ち越すことはない、と仮定している。

$$D = \frac{b}{P_1^a} \quad (6-6)$$

ここで、 D と b と a はそれぞれ総需要、需要パラメータ、需要の価格弾力性を表す。 P_1 は価格を表しているが、一般的な市場価格や平均価格とは異なるため説明が必要である。本モデルでは、個別企業が独自の価格設定を行うため、供給関数が階段型になる。一物多価が成立するので、需要曲線と供給曲線が交差する点で、唯一の市場価格を定義することができない。本モデルにおいても需要曲線と供給曲線が交差する点で価格が形成されるが、この価格は市場で販売された財のなかで最も高い価格を意味しており、われわれはこの価格を「指標価格」と呼ぶ。したがって、本モデルでは、需要の価格弾力性 a を1としているが、総販売高は階段の形状により異なる。

2.4 多層的時間構造（3重ループ構造）

時間構造は短期、中期、長期の3重ループをもっている。短期ループは週に相当し（ w ）、中期ループは月に相当し（ m ）、長期ループは年に相当し（ y ）と表記する。たとえば30年は360月、1440週に相当する。多層的調整企業は短期ループごとに稼働率調整にもとづく数量調整を行い、中期ループごとに価格改定にもとづく価格調整を行う。長期ループでは固定資本ストックの調整が行われると想定されているが、この基本モデルには導入されていない。したがって、本シミュレーションで実質的な意味をもっているのは短期・中期ループの2重ループである。

2.5 自律・分散型

本モデルにおける自律性は、企業の在庫閾値によって生み出されている。各企業が客観的には同一の在庫量を形成した場合であっても、在庫閾値の違いが認知の違いをもたらし、異なる判断・行動という帰結をもたらし。多層的調整企業は、主体の外部からのシグナルによる指示を受けずに、自ら作り出した情報にもとづいて行動する能動的な存在としてモデル化されている。

分散性は、セリ人や価格のシグナル機能なしで、各主体が局所的情報にも

とづいて行う価格・数量調整行動が相互作用して形成するネットワーク市場の特性と定義されている。本モデルにおいて、主体の局所的情報は、各企業の在庫量の変動に反映される。たとえば、低価格で販売している企業が増加したとき、全体の需要が不変の場合には、低価格で販売していない企業の在庫量が増加するという局所的情報によって、低価格企業群の存在を緩やかに認知することができるのである。この認知にもとづいて低価格で販売していない企業は、まず生産量を減らし、その後、価格を低く改定するという行動に移ることになる。本モデルでは企業の地理的な位置を特定化していないので、近傍の主体とは地理的な意味ではなく、自身の在庫量の変動に間接的な影響を与えることができるという意味でしかない。

3 基本モデルの振舞い

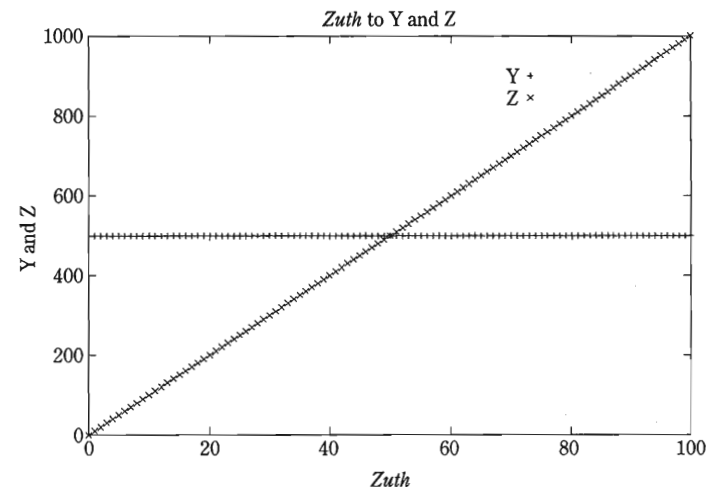
3.1 供給サイド

まずRAの枠組みでモデルの特性を調べよう。10個の企業は同質的であり、それぞれ100の資本ストック(K)をもち、100の生産量(Y)を生み出す能力をもっている。また、在庫費用(sc)は0、価格改定幅(Pc)は0、予想売上は前期の実現売上と等しいと仮定する(静学的予想)¹⁴⁾。在庫量(Z)は一律に0から出発すると仮定する。収穫一定が仮定されているので単位費用(k)は0.8で一定、価格(P)の初期値は1と仮定する。需要関数の各係数は $a=1$ 、 $b=500$ と仮定する。つまり1000の生産能力に対して500の初期需要を与えている。以上の仮定のもと、30年($t=1440$)の期間でシミュレーションを行った。デフォルトとして在庫上限閾値($Zuth$)を30とした。前述したように在庫下限閾値($Zlth$)は0である。

この経済システムでは、切り離し機構である在庫に対して設定された閾値

14) 次期の需要が未知であるため、次期の需要を予想する必要がある。最も素朴なものは前期の需要が今期の需要に等しいと信ずることである。これは予想という意味に付与されている能動性が含まれていないので、静学的(受動的)予想と呼ばれる。

図6-2 在庫上限閾値($Zuth$)と生産量および在庫量の関係(RA)

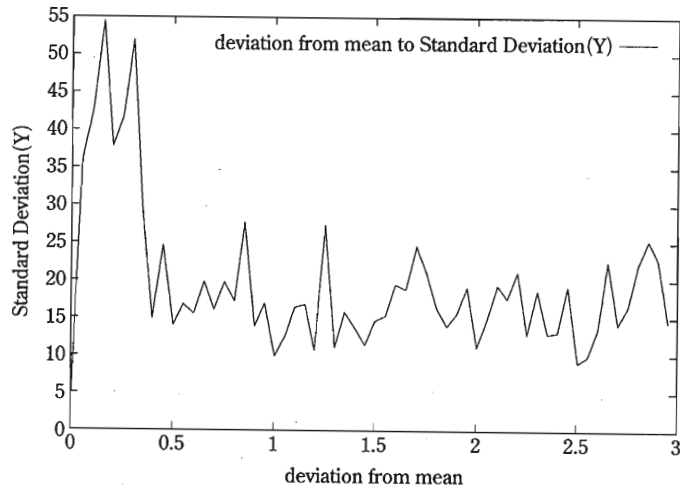


(在庫上限閾値： $Zuth$)の大きさと分布が、生産量と在庫量に大きな影響を与える。企業は、一定の安全在庫・緩衝在庫(在庫上限閾値に等しい)を確保できるように生産調整を行う。在庫閾値の大きさは、需要量の変化に対する認知フィルタの感度を表すと考えてよい。在庫閾値の大きな企業は、需要量の変化に対して鈍感であり、需要の変化があってもなかなか生産量を変化させない。他方、在庫閾値の小さな企業は、需要量の変化に対して敏感に生産量を変化させる。RAの設定においては、最初の数回転で緩衝在庫が形成されるので、その後は、一定の生産量で推移し、産出量は一定値へ収束する。在庫上限閾値の水準を変化させると、緩衝在庫の大きさは変化するが、産出量が一定の値に収束する点に変わりはない(図6-2を参照)。

以上とまったく同じパラメータを利用しつつ、在庫閾値にのみ異質性を導入する。ここで、一様分布にもとづき、在庫閾値をランダムに与えた。具体的には、分布の平均値が30になるような一様分布を与えて、徐々にその分散を広げていく実験を行った。たとえば、 $[25, 35]$ の一様分布は最小値25、最大値35のあいだに収まるような一様分布を意味する。それゆえ、平均は約30である。ただし、結果を相互に比較するため、ランダムシードは変化させずに実験を行った。在庫閾値の一様分布の範囲を広げていったとき、生産量変

表6-1 生産量変動と在庫量変動の周期と分散

在庫閾値一様分布範囲	生産量変動	在庫量変動
[29.5,30.5]	5 周期 (分散=4672)	6 周期 (分散=2539)
[29,31]	4 周期 (分散=2548)	5 周期 (分散=1386)
[25,35]	6 周期 (分散=488)	13 周期 (分散=211)
[20,40]	4 周期 (分散=1579)	9 周期 (分散=878)
[15,45]	5 周期 (分散=755)	10 周期 (分散=353)

図6-3 在庫上限閾値 (Z_{uth}) の分散と生産量変動の関係 (HA)

動と在庫量変動の周期と分散がどうなるのかを表6-1にまとめてみた。これより、以下のことがわかる。

第一に、生産量変動の周期よりも、在庫量変動の周期はつねに大きくなっている。これは、在庫をバッファとして変動させることにより、多層的調整企業が一定のプロダクション・スムージングを行っているためである。詳しくは図6-1を参照してもらいたい。第二に、表6-1より、生産量と在庫量のリミットサイクルの周期が大きくなればなるほど、生産量と在庫量の分散は小さくなる傾向がみられる。在庫閾値の分散を横軸に、生産量の標準偏差を縦軸にとったグラフが図6-3である。ただし、企業数を10とすると、分布を拡大するにつれて分布の密度が低くなってしまうので、これを避けるために、企業数を100に増やしたうえで、在庫閾値、生産容量を10分の1に

し、集計量レベルではこれらが等しくなるように、すなわち、在庫閾値の中心値を3、生産容量を10に設定を変更してある。

図6-3より、在庫閾値の分散が小さすぎると、総生産量の分散は非常に大きくなる傾向があり、その分散が大きくなるにしたがって、総生産量の分散の大きさは安定してくることがみてとれる。したがって、総生産量のマクロ的安定¹⁵⁾を得るためには、在庫閾値の分散が小さすぎることは好ましくないのである。このことは、企業群における多様性がマクロ的安定をもたらす、企業群内での画一化はマクロ的不安定要因になることを示唆している。

在庫閾値に分散を与えることによってマルチ・エージェント化された多層的企業群は、景気循環を生み出さないRAモデルとまったく同じパラメータをもっているにもかかわらず、景気循環を生み出すことが確認された。このモデルでは、需要は外生的に与えられているので、この景気循環は供給サイド・メカニズムのみから生じていることがわかる¹⁶⁾。

3.2 需要サイド

次に需要サイドを調べる必要がある。本モデルにおいて、需要関数は所得と独立に与えられている。しかし、現実には、需要サイドは経済システム内部で形成される所得に依存して変化する。そして、所得は生産量や他の経済変数に依存して内生的に決定される。自律分散型市場でも、需要を内生化することは可能である。これまで、単純化のために、需要を一定として供給サイドにおける数量調整（多層的調整の第1層）のみを詳しく調べた。しかし、(6-6)式で与えた需要関数は価格に依存しているため、ひとたび多層的調整の第2層である価格調整を導入すると、需要は価格変化に応じて変化する。このような需要の変化も「内生的」と呼びうるかもしれない。しかし、本来の意味での需要の「内生性」とは、需要が生産を通じて獲得された所得（利潤や賃金）に依存することを意味するといつてよい。ここでも、「内生

15) RAのケースは数回転で産出量が収束してしまうため、生産量の標準偏差はきわめて小さい。

16) しかし、観察される変動は、周期解であり、現実に観察される景気循環のような大波動、中波動、小波動が合成された複雑な波動ではないことに留意する必要がある。

的」需要を後者の意味で用いることとする¹⁷⁾。したがって、本章で導入した(6-6)式は「外生的」需要関数と呼んでおく。価格調整を導入すると、多層的調整企業はより大きな生産量を達成することが可能になる。もし、価格が低下すれば需要が増大するからである。ただし、需要の増大は需要の価格弾力性に依存するため、もし価格弾力性が小さければ、需要の増大は見込めず、数量調整のみでもたらされた結果と同じ結果になる。多層的企業は在庫閾値のフィルタを通じて、需要が足りないと判断した場合、価格を低く設定することにより、より多くの需要を引きつけようとする。需要変動をもたらす価格変動はRAの場合、以下の関数で記述できる¹⁸⁾。

$$\Delta P_i(t) = F(P_{th}, P_c, Z_{uth}) \quad (6-7)$$

価格改定は、実現在庫が在庫上限閾値 Z_{uth} に達したか、上回った（または在庫下限閾値 $Z_{lth} = 0$ に達した）回数が、価格改定閾値（稼働率調整が何回行われると、価格改定を行うかを表す）に達したときに生じるので、在庫閾値の大きさも価格改定の頻度に影響を与える。在庫閾値が一定であれば、価格改定閾値 P_{th} が小さいほど、より頻繁に価格変更が生じることになる。

逆に、価格改定閾値が大きければ、価格変更はまれにしか生じない。さらに、価格改定幅 P_c が大きいほど価格変化は大きくなり、小さければ価格変化は小さくなる。在庫上限閾値 Z_{uth} 、価格改定閾値 P_{th} 、価格改定幅 P_c という3つのパラメータの組み合わせが価格変動を決定する。したがって、需要サイドを分析するにはこれら3つのパラメータ間の関係を分析する必要がある。ただし、ここでは価格改定幅は $P_c = 0.1$ に固定した結果を示した¹⁹⁾。図6-4より、価格改定速度の大きい（価格改定閾値の小さい）パラメータ空間では、価格暴落がしばしば生じるため、倒産が発生する傾向が高いことが確認できる。また、こうした条件では、価格変化の標準偏差が大きくなっ

図6-4 単位費用が0.5の時の、生産量水準が100以上の Z_{uth} と P_{th} と価格水準の組合せ [RA]
price level $k=0.5, sc=0$

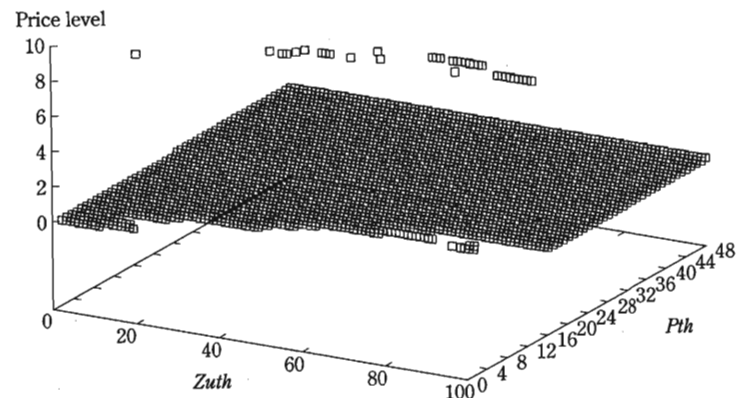
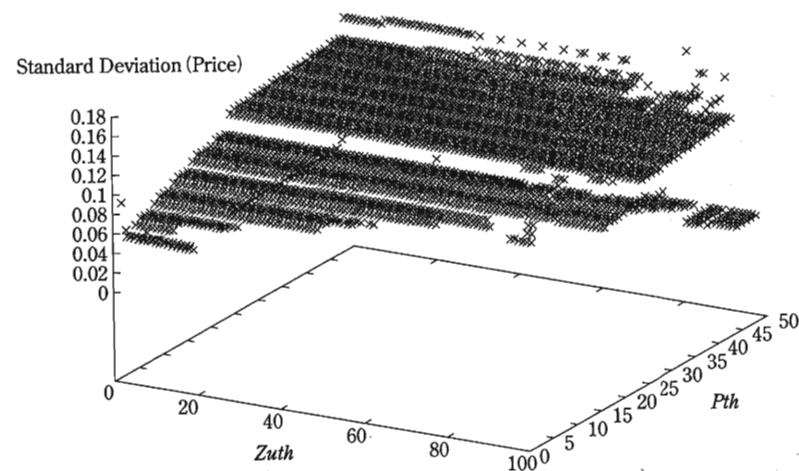


図6-5 単位費用が0.5の時の、生産水準が100以上の Z_{uth} と P_{th} と価格変動の標準偏差の組合せ [RA]
standard deviation (price) $k=0.5, sc=0$



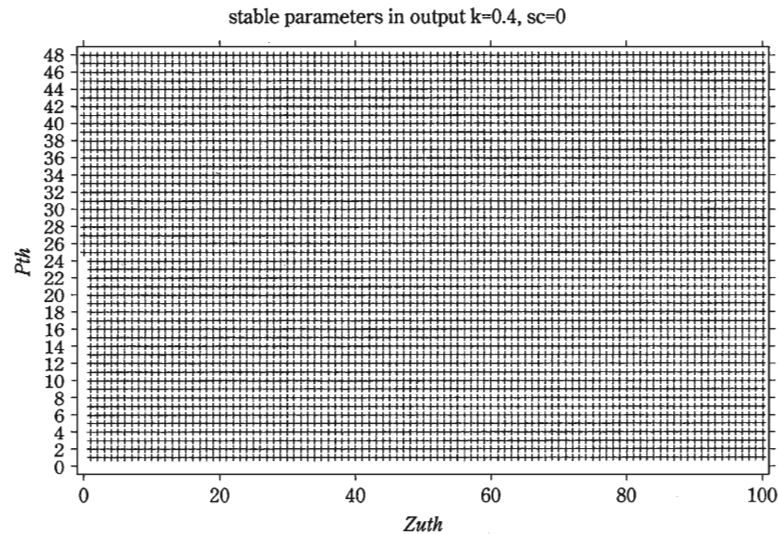
ており、価格の浮動性が高いことが図6-5より確認できる。さらにより大きな価格変動が生じたパラメータの組み合わせにおいては、生産量が100以下となるため、ここに図示されていない。在庫閾値と価格改定閾値の組合せがRAの枠組みにおける価格変動²⁰⁾に影響を与えていることが理解できる。

17) このような「内生的」需要を導入したモデルは吉地・西部（2000）で分析されている。

18) 本モデルでは、 $Z_{lth} = 0$ に固定されていることに留意せよ。

19) 価格改定幅を大きくした場合は需要変動が大きくなり、一般的に企業の生存可能パラメータ空間が狭くなる。

図6-6 単位費用が0.4の時の、生産量水準が100以上の Z_{th} と P_{th} の組合せ (RA)

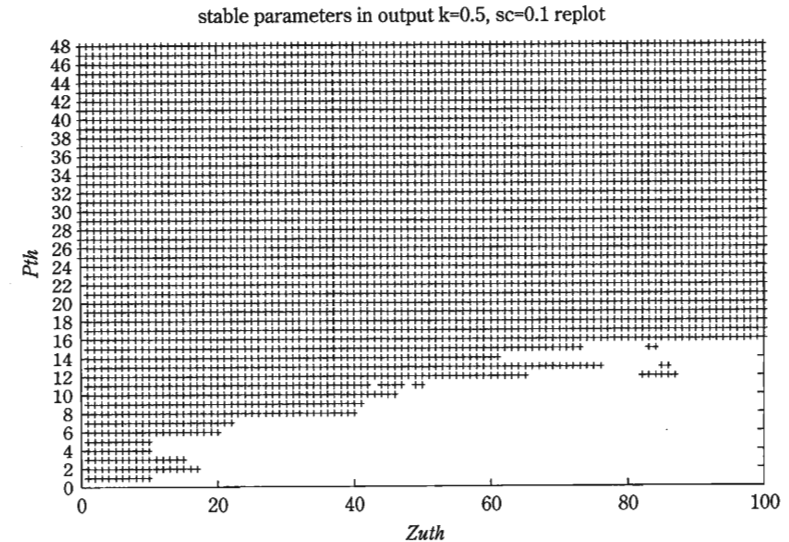


次に、RAの枠組みにおいて、異なる単位費用レベル間の比較を行った。結果は、図6-6から図6-9に示されている。企業は価格改定により十分な需要を生み出すことができるので、数量調整のみの場合と同じ初期需要500を与えても、価格低下による需要増加により生産水準は高くなる。しかし、これは単位費用を無視した場合に生じる結論でしかない。もし企業が単位費用未済に価格を低下させるならば、たとえより大きな需要を獲得しても、赤字を出しつづければ倒産してしまうかもしれないからである。たとえば、単位費用を0.4とした場合には、0.4以上の価格水準で安定した場合に企業は生存可能であるが、0.4以下に価格水準が下がった場合には倒産が生じてしまうであろう。現在の需要関数は価格が0.4の水準で1250の需要を生み出すので、倒産する企業はほとんど存在しないようになっている。図6-6は、単位費用が0.4のとき、生産量水準²¹⁾が100以上の在庫閾値と価格改定閾値の組合せをプロットしたものである。ほとんどの在庫閾値と価格改定閾値の組合

20) 図6-3の価格水準は1440回転の平均値を利用した。

21) 生産量水準は末尾100回転の平均を利用した。

図6-7 単位費用が0.5の時の、生産量水準が100以上の Z_{th} と P_{th} の組合せ (RA)



せで企業は生存している。しかし、注意深く観察すると、在庫閾値が0で価格改定閾値が小さい水準(24以下)の組合せ、および価格改定閾値が0とあらゆる水準の在庫閾値の組合せにおいて倒産が生じている。これは、価格の調整速度が大きすぎるために、価格が0.4を下回っても低下しつづけてしまう結果生じている。したがって、価格改定閾値および在庫閾値が小さすぎると、調整の行きすぎが生じやすく、倒産の危険性が高くなることが確認できる。さらに、単位費用を0.5および0.6に設定したものが、図6-7、図6-8である。単位費用が高いことは、需要を確保するために十分な価格改定を行えないことを意味する。結局、企業の生存できるパラメータ空間は単位費用が増加するごとに狭くなっていく。

図6-9は、単位費用が0.4のケースの産出量を、パラメータ空間に等高図として描いたものである。在庫閾値が50前後、価格改定閾値が20前後のパラメータの組合せで生産水準が最も高くなっている。したがって、単位費用に応じて、企業の生存可能パラメータ空間は変化し、生存可能パラメータ空間のなかにもより高い生産量を実現できるパラメータの組合せが存在することが確認できる。

図6-8 単位費用が0.6の時の、生産量水準が100以上の Z_{uth} と P_{th} の組合せ (RA)

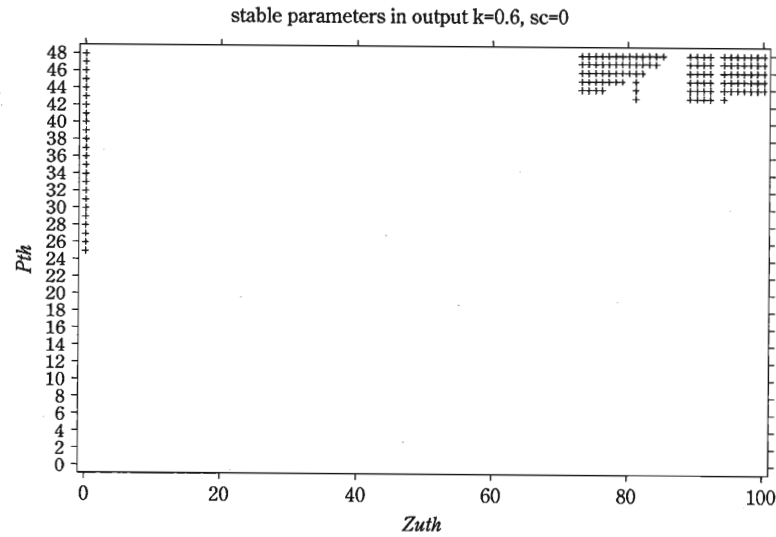


図6-10 単位費用が0.4, 在庫費用が0.3の時の生産量水準が100以上の Z_{uth} と P_{th} の組合せ (RA)

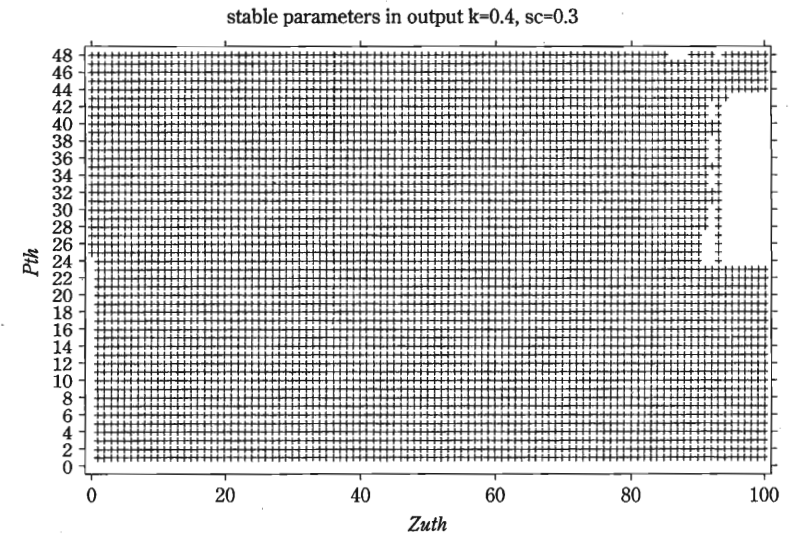


図6-9 単位費用が0.4の時の、 Z_{uth} と P_{th} の産出量水準の等高線 (RA)

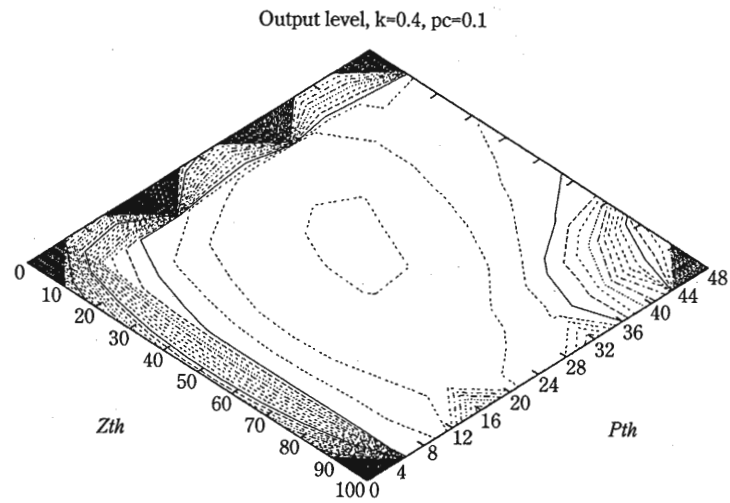


図6-11 単位費用が0.4, 在庫費用が0.5の時の生産量水準が100以上の Z_{uth} と P_{th} の組合せ (RA)

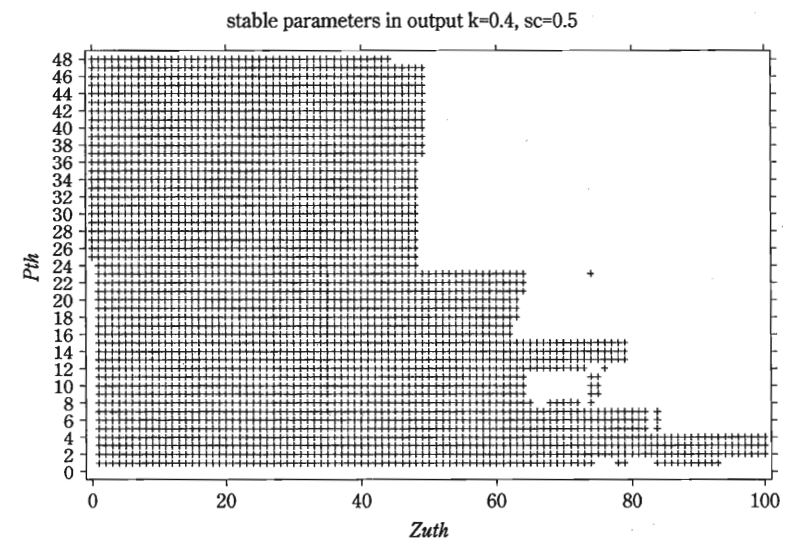
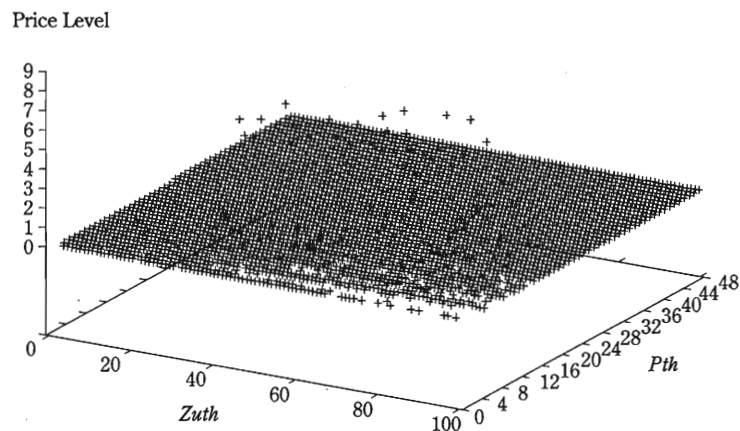


図6-12 単位費用が0.5の時の、生産量水準が100以上のZuthとPthと価格水準の組合せ (HA)
price levelreplot k=0.5, sc=0, distribution=0.1



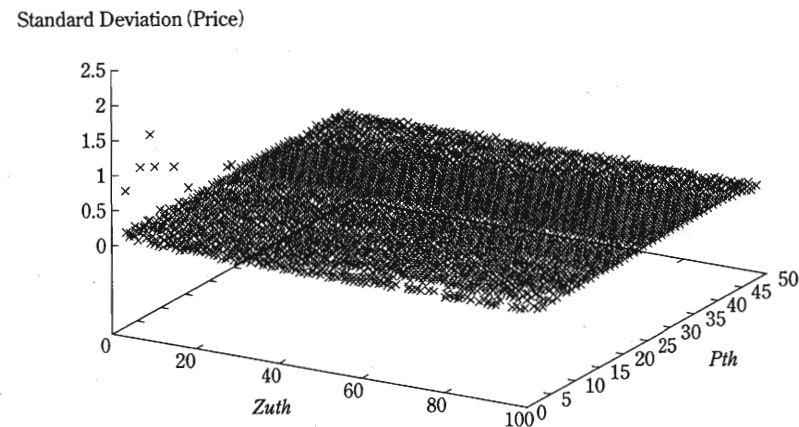
いままでに価格水準と単位費用の関係が重要であることを確認したが、(6-3)式におけるように、費用の問題に関しては、単位費用に加えて、在庫費用を無視することができない。単位費用 k_0 が0.4のケースで在庫費用 sc を0から0.3と0.5に増加させて得られた結果が図6-10と図6-11である。緩衝在庫をもちすぎる企業は、在庫費用が膨らんで倒産が生じることが確認できる。したがって、企業の生存可能パラメータ空間は、単位費用と在庫費用の2つによって制限される。

在庫閾値に異質性を導入した場合、個別企業の価格変動は次のような関数で記述できる。

$$\Delta P(i, t) = F(Pth, Pc, Zuth(i)) \quad (6-8)$$

指標価格 (P_t) の変動は、個別企業の価格変化と供給量の変動によって構成される階段型供給関数によって決定される。先ほどの実験でかなりの範囲で倒産の生じたパラメータである単位費用0.5を採用し、在庫費用を0に戻して、実験を行った。多様性は一様分布にもとづき、在庫閾値をランダムに与えることによって生み出された。最初に価格変動をみってみる。ただし、在庫閾値の分散は基準値より10%の範囲とした。図6-12より、価格変動は図

図6-13 単位費用が0.5の時の、生産量水準が100以上のZuthとPthと価格変動の標準偏差の組合せ (HA)
standard deviation (price) k=0.5, sc=0, distribution=0.1



6-3が示すRAの場合とくらべ、すべての在庫閾値と価格改定閾値の組合せではるかに安定的であることが観察される。同様に、図6-13より、価格変動の標準偏差も、図6-4とくらべ小さいことが確認できる。これは異種の企業が存在することにより、価格変動の分散が抑えられ、滑らかな変動が生じているためである。

次に3パターンの一様分布を与えて分布の違いがもたらす結果を調べた。一様分布の範囲は基準となる在庫閾値の上下10% (図6-14)、50% (図6-15)、100% (図6-16) 以内に分布させた。図6-6と比較した場合、在庫閾値のパラツキが大きくなるにつれて、生存可能なパラメータ空間が広がってくることを確認できる。また、単位費用を0.6に増加させて、在庫閾値の上下100%の一様分布を与えた実験を行った結果が図6-17である。図6-8とくらべると、はるかに生存可能パラメータ空間が広がっていることが確認できる。これらの結果は、均一な企業群よりも多様性の大きな企業群のほうが、マクロ的には安定的に推移すること、しかも、在庫閾値の分散が大きいほうが、広範囲のパラメータ空間で企業が生存可能なことを示している。つまり、本モデルは、類似企業群よりも、多様性のある企業群のほうがマクロ

図6-14 分散範囲が在庫閾値の10%以下, 単位費用が0.5, 在庫費用が0の時の生産量水準が100以上の Z_{th} と P_{th} の組合せ〔HA〕

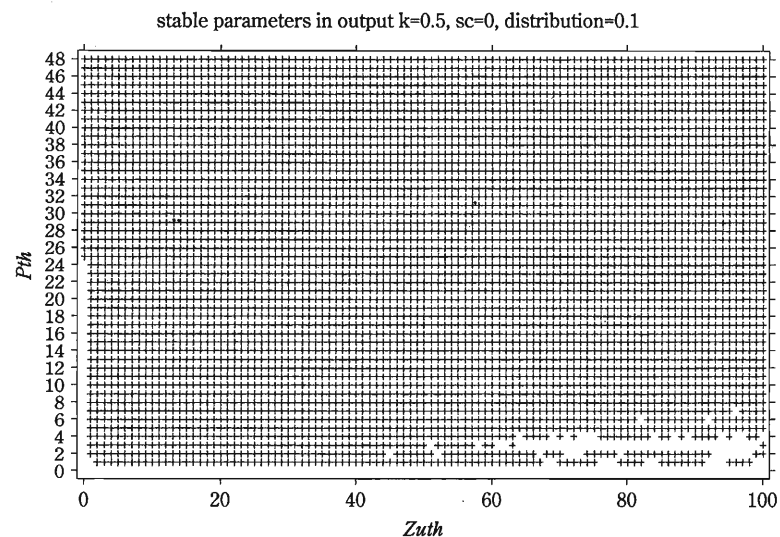


図6-16 分散範囲が在庫閾値の100%以下, 単位費用が0.5, 在庫費用が0の時の生産量水準が100以上の Z_{th} と P_{th} の組合せ〔HA〕

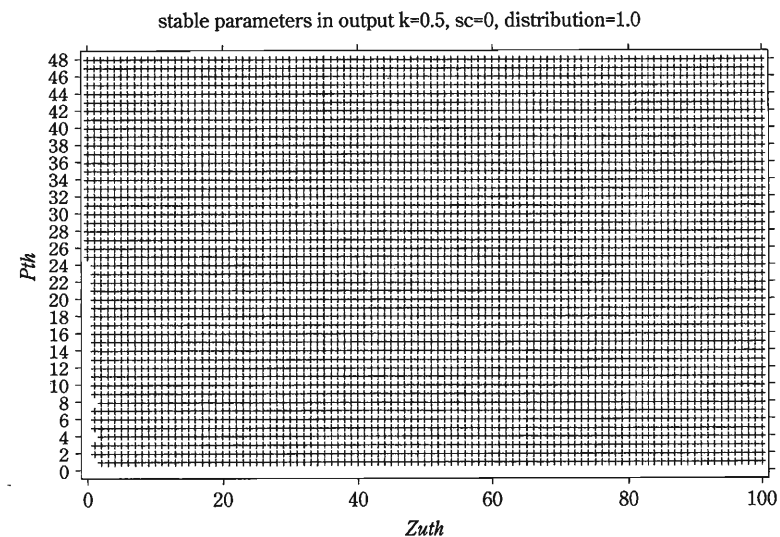


図6-15 分散範囲が在庫閾値の50%以下, 単位費用が0.5, 在庫費用が0の時の生産量水準が100以上の Z_{th} と P_{th} の組合せ〔HA〕

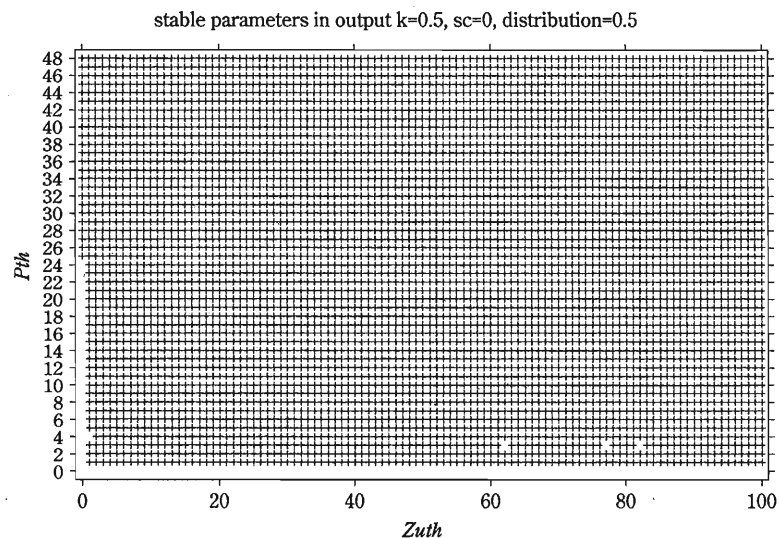
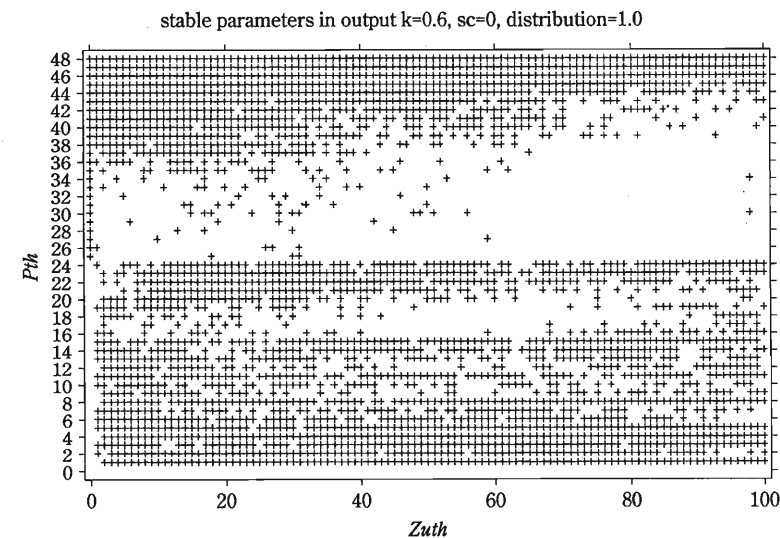


図6-17 分散範囲が在庫閾値の100%以下, 単位費用が0.6, 在庫費用が0の時の生産量水準が100以上の Z_{th} と P_{th} の組合せ〔HA〕



的には安定性が高いことを実験的に明らかにしていると考えられる。

4 結び

自律分散型市場を構築してシミュレーションを行った結果、以下の洞察が得られた。

①数量調整だけを行う設定の場合、均一の企業群は景気循環を生み出さない一方で、異質性を与えた企業群は一定の周期をもった景気循環（周期解）を生み出す。②異質性を与えた企業群の場合、類似企業が多い企業群（在庫閾値分散小）では、マクロレベルでの生産量や在庫量の分散が大きいが、多様性の大きな企業群（在庫閾値分散大）では、生産量や在庫量の分散が小さい。③在庫閾値や価格変更閾値が小さすぎると、数量調整および価格調整が過度に働く結果として、マクロ的不安定性が生じる。④価格調整は、価格を費用（単位費用、在庫費用）より低下させれば、容易に倒産を引き起こす。したがって、多層的調整企業にとって価格調整は数量調整にくらべリスクをとまなう調整である。⑤価格調整によって十分に需要を確保できない状態にあっても、多様性がある企業群は、均一な企業群とくらべてはるかに広範囲のパラメータで企業が生存することができる。これは、多様性がある企業群は均一な企業群とくらべ、生存可能な経済環境を内生的に形成するより大きな力をもっていることを示唆している。⑥主要なパラメータである在庫閾値と価格改定閾値の組合せのうち、より高い生産量水準を達成できるのは、ともに中程度の閾値の組合せである。⑦価格調整を導入すると、RAの枠組みよりもHAの枠組みのほうが需要の安定性という観点から優れており、したがって、企業の生存可能なパラメータ空間が広い。

以上の考察より、次のように結論づけることができよう。すなわち、企業群が多様性をもっている現実の経済では、切り離し機構（在庫や貨幣）に関する経済主体の認知フィルタ（閾値）の異質性から景気循環は一般に生じうるが、しかしまた、この多様性のおかげで、マクロレベルにおける景気変動

のスムージングが行われ、その変動の大きさは押さえられている。企業の多様性は、このような意味で経済システムに動的なマクロ安定性を与える。それゆえ、たとえ急激な経済環境の外的変化が生じて、企業群の大多数が倒産したり、価格や生産量が累積的に上昇・下降したりすることなく、市場経済システムは存続可能になっていると考えることができる。均一的な企業群を想定した場合には、現実の市場経済システムの存続可能性を説明することは困難である。われわれは多様性をもつ企業群を想定したうえで、市場経済システムについて分析を進める必要がある。

最後に、今後の研究方向について述べておく。自律分散型市場に関する研究は2つの方向へ拡張しうる。ひとつは、費用と価格の関係についてである。現在のモデルでは費用よりも低い価格を設定することが可能となっている。しかし、このような価格設定を行うことは非現実的である²²⁾。このため、費用と価格の新たな関係を導入する必要がある。ひとつの有力な選択肢は、ポスト・ケインジアン²³⁾の価格原理（Downward, 1999）にもとづきフルコスト原理や標準原価原理を導入することである。2つめは、規模に関する収穫一定の仮定についてである。これは多くの産業（とりわけ製造業、サービス業）で報告されている収穫逓増という支配的事実に反する。これをわれわれのモデルに導入することは容易である。生産量が増加するにつれて単位費用が低下するように設定すればいいからである。これら二方向へのモデルの拡張の結果、どのような結果が得られるかを研究するのが今後の課題である²³⁾。

参考文献

- Blanchard, Olivier J.: "The production and inventory behavior of the american auto-mobil industry," *Journal of Political Economy*, Vol.91, pp.365-400, 1983.
- Blinder, Alan S.: "Retail inventory behavior and business fluctuations," *Brook-ing Papers on Economic Activity*, Vol.2, pp.443-505, 1981.

22) 倒産寸前の企業の投売り、在庫品の一掃などは例外である。

23) これらの仮定を組み込んだモデルの分析は、すでに吉地・西部（2000）で一部展開されている。

Blinder, A. S. : "Inventories and sticky prices: More on the microfoundation of macroeconomics," *American Economic Review*, Vol.72, pp.334-349, 1982.

Blinder, A. S. and Louis J. Maccini : "Taking stock: A critical assessment of recent research on inventories," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.5, No.1, pp.73-96, 1991.

Caballero, R.J., E.M. Egel and J. C. Haltiwanger : "Aggregate employment dynamics: Building from microeconomic evidence," *American Economic Review*, Vol.87, pp.115-37, 1996.

Caplin, A. S. : "The variability of aggregate demand with (S,s) inventory policies," *Econometrica*, Vol.53, pp.1395-1409, 1985.

Chavas J. P. : "On aggregation and its implication for aggregate behavior," *Ricerche Economiche*, Vol.47, pp.201-214, 1993.

Colander, D.(ed) : *Beyond Microfoundation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.

Davis, S.T. and J. C. Haltiwanger : "Driving forces and employment, fluctuation: New evidence and alternative fluctuations," *NBER working papers*, No. 5775, 1996.

Davis, S.T., J. C. Haltiwanger, and S. Schuh : *Job Creation and Destruction*, Cambridge, MIT Press, 1996.

Delli Gatti, D., M. Gallegati and A. Palestrini : "Agent's heterogeneity, aggregation and economic fluctuations," In D. Delli Gatti, M. Gallegati, and A.P. Kirman(ed), *Interaction and Market Structure*, Springer, 2000.

Downward, P. : *Pricing Theory in Post Keynesian economics*, Edward Elgar, 1999.

Gallegati, M. and A.P. Kirman : *Beyond the Representative Agent*, Edward Elgar, 1999.

Grandmont, J.M. : "Behavioural heterogeneity and Cournot oligopoly equilibrium," *Ricerche Economiche*, Vol.47, pp.167-187, 1993.

Hall, R.L. and C.J. Hitch : "Price theory and business behavior," In T. Willson and P.W.S Andrews, editors : *Oxford Studies in the Price Mechanism*, The Clarendon Press, 1951.

Hartley, J.E. : *The Representative Agent in Macroeconomics*, London, Routledge, 1997.

Hicks, J. : *A Market Theory of Money*, Oxford University Press, 1989 (ヒックス著, 花輪敏哉・小川英治訳『貨幣と市場経済』東洋経済新報社, 1993).

Hodgson, G.M. : *Economics and Institutions: A Manifesto for a Modern Institu-*

tional Economics, Polity Press, 1988 (G・M・ホジソン著, 八木紀一郎他訳『現代制度派経済学宣言』名古屋大学出版会, 1997).

Holt, C. C., F. Modigliani, J. F. Muth, and H. Simon. : *Planning Production, Inventories, and Work Force*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1960.

Kalecki, M. : *Theory of Economic Dynamics*, George Allen and Unwin Ltd., 1954 (カレツキ著, 宮崎義一・伊東光晴訳『経済変動の理論』新評論, 1958).

Kirman, A.P. : "Whom or what does the representative individual represent," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.6, pp.117-136, 1992.

Kotani, K. : *Theory of disequilibrium*. Univ of Tokyo press, 1987.

Malinvaud, E. : "A framework for aggregation theory," *Ricerche Economiche*, Vol.47, pp.107-135, 1993.

Marshall, A. : *Principles of Economics*, Macmillan, 8th edition, 1920 (マーシャル著, 馬場啓之助訳『経済学原理 I-IV』東洋経済新報社, 1965-67).

Metzler, L.A. : "The nature and stability of inventory cycle," *Review of Economics and Statistics*, Vol.23, pp.113-129, 1941.

Morishima, M. : *Capital and Credit*, Cambridge University Press, 1992 (森嶋通夫著, 安富歩訳『新しい一般均衡理論——資本と信用の経済学』創文社, 1994).

Reagan, P. C. : "Inventory and price behavior," *Review of Economic Studies*, Vol.49, pp.137-142, 1982.

伊東光晴『現代経済の理論』岩波書店, 1998.

塩沢由典『市場の秩序学』筑摩書房, 1990.

西部忠「競争と動態の概念——市場価値論の課題」北海道大学経済学部『経済学研究』第43巻第4号, pp.99-117, 1995.

西部忠「市場の多層的調整機構(上)——最短期と短期における価格・数量調整」北海道大学経済学部『経済学研究』第45巻第4号, pp.69-95, 1996.

西部忠『市場像の系譜学』東洋経済新報社, 1996.

森岡真史「多部門在庫調整過程の安定分析」『立命館国際研究』第6巻第2号, pp.38-70, 1993.

森嶋通夫『無資源国の経済学』岩波書店, 1984.

吉川洋『マクロ経済学研究』東洋経済新報社, 1984.

吉地望・西部忠「多層的調整企業モデルによる複雑適応系シミュレーション」『進化経済学会論文集』2000.

* ビアレビューにおいて, 遠藤正寛氏, 吉田雅明氏より有益なコメントをいただいた。ここに記して謝する。