

MAS による産業集積研究

東京大学経済学部経済学科 4 年

稲水 伸行

1. はじめに

近年、産業集積が注目を集め、様々な分野で研究が行われるようになってきている。しかし、それぞれの研究の位置付けが必ずしも明確ではなく、産業集積をめぐる政策論議が活発になる中で、一種の混沌状態に陥っているようにも見える。

そもそも、A.ウェーバーに始まる産業集積をモデル化して考察する理論的な研究の多くは「個々の企業の意思決定や行動」に焦点を当て、どのようにして産業集積を形成するに至るのかを分析していた。それに対して、最近の多くの実証研究は A.マーシャルの系譜に位置付けることが出来、その関心は「産業集積という一種の生産システム」の優位性とは何かに向けられている。言い換えれば、産業集積が維持される根拠を明らかにすることが関心事であった。

しかし、このように産業集積の形成メカニズムと、産業集積の維持メカニズムが別々の枠組で論じられては、「いかにして新しい産業集積を生み出していくか」という政策論議と「いかにして既存の産業集積を維持・活性化するか」という政策論議がかみ合うわけもない。産業集積の形成と維持の両方のメカニズムを包括的に扱えるような理論的な枠組が必要なのである。

そこで本稿では、Epstein&Axtell(1996)の Sugarscape というモデルに着想を得て、包括的だがやや複雑なモデルを Agent Based Simulation のモデルとして構築して、その克服を試みた。Sugarscape は「アリが砂糖に群がる」というモデルであったが、今回構築したモデルでは、各エージェントは、自分の置かれた環境と自分のもつ能力をもとに、「狩をする」と「分け前に預かる」という 2 つの戦略のうち 1 つを選択する。そして、ある戦略を遂行して成功すると、学習して、その戦略に有用な能力が備わるといった簡単な学習のルールも加えた。

このモデルを使ってシミュレーションを行うと、エージェントの能力の初期状態が一樣であっても、各エージェントは自分の環境にあった戦略を選択し、次第にそれに特化していくことが分かった。この各エージェントのレベルでの特化のプロセスは、同時に、クラスター(エージェントのかたまり)の形成プロセスでもあった。そして、形成されたクラスターを見ると、エージェントは「えさを狩る」という役割と「分け前に預かる」という役割にそれぞれ特化し、競争と協調を繰り返しながら一つのシステムとして機能し、存続していたのである。このように、Agent Based Simulation のアプローチでは、「個々の企業がどのような行動を取った結果、産業集積を形成するのか」と「それがどのようなシステムとして存続するのか」を同時に観察し、分析することが出来る。

また、今回のシミュレーションで特に注目されるのは、クラスター形成のきっかけが、「えさを狩る」ことに特化したエージェントが生まれることだったということである。ここでの「えさ」を「需要」と読み替えれば、このタイプのエージェントは伊丹他(1998)が産業集積の継続にとって重要なものとして指摘した需要搬入企業と類似した存在として捉えることが出来る。今回のシミュレーションにより、このような需要搬入企業が産業集積の継続

はもちろん、形成においても大きな役割を担っている可能性が示されたことになる。

このような需要搬入企業は、外部と頻繁に接触して需要情報（ニーズ）を掴む一方、内部ともコミュニケーションをとって技術情報（シーズ）をも把握し、その両者を結びつけるといった情報の結節点のような役割を担っていると考えられている。かつてアレンは研究開発組織のコミュニケーションを調査する過程で「ゲートキーパー」という概念を導き出したが、そのような存在が産業集積でも観察され、実は大きな役割を担っているのかもしれないのである。このことは既存の研究では余り取り上げられておらず、その実態の解明には更なる研究が必要である。

2. 産業集積に関する先行研究

2.1 産業集積をめぐる政策論議と産業集積論における課題

まず、近年の産業集積をめぐる政策論議を見ていく中で、産業集積論に課せられている課題を見ていくことにしよう。

長期不況下の日本においては経済産業政策的見地からの関心が高まっているといえる。事実、「産業集積」をキーワードに日本の雑誌等に掲載された論文を検索してみると、90年代に発表された論文がほとんどであり、90年代後半に入って不況が深刻化するにつれてその数も加速度的に増えてきている。そして論文の主題に関して見ていくと、産業集積の理論から得た教訓を政策等に積極的に生かしていこうという姿勢を見ることが出来る。

では政策的見地からの産業集積への関心を示す例をいくつか見てみよう。まず地域経済政策の面から見ると、低迷の続く北海道の取り組みがあげられる。これは、地域の中小企業やベンチャー企業から新事業を発掘し、それを核に新たな産業集積を起こして、地域経済の振興を図るというものである（大橋,2000）。また中小企業政策の面から見ると、中小企業白書（平成 10、11 年度版）において産業集積に関して多くのページが割かれるなど、その関心の高さを窺うことが出来るし、法整備の面でも、「特定産業集積の活性化に関する臨時措置法」（地域産業集積活性化法）が制定されるなどしている。その他、イタリアの中小企業を例に日本の中小企業のあり方を模索した研究（小川,1998）や産業集積モデルから政策的含意を探る研究（松島,1998）なども行われている。

このように政策的な見地からも産業集積を考えるのであれば、「個々の企業をいかにして集積させ、地域経済に根付かせ、それをどのようにして経済社会全体の中で維持・継続していくか」という動的な視点が必要になってくる。このことは一見当たり前のことのように思えるが、従来の産業集積論及び近年出てきた新しい産業集積論において、この視点をしっかりと捉えた理論やモデルは意外と少ない。そこで、これらの理論やモデルがどのようなものであるか見ていくことにしたい。

2.2 産業集積に関する先行研究

先行研究を見ていくにあたって、1)それぞれの理論が分析対象としているのは個々の企業なのか産業集積というシステムなのか、2)それぞれの理論が解明しようとしているの主題は産業集積形成のメカニズムなのか産業集積維持のメカニズムなのか、という順で見ていくと整理しやすい。先に挙げたような動的な視点を持つためには、これら全てを視野の射程に捉える必要がある。

さて、産業集積論の系譜には A.マーシャルの流れのものと A.ウェーバーの流れのもの2つがあるとされる(隅谷,1971 松原,1999)。本節でもこの流れに沿って見ていくことにする。

まず、A.マーシャルであるが、彼は『経済学原理』の第4編、第10章において産業集積に関して論じている(A.Marshall,1890)。彼は、上にあげたような点のある程度視野に入れた議論を展開している。しかし、産業集積ⁱⁱを「外部経済の見られる典型事例ⁱⁱ」として挙げているように、その主な分析対象は外部経済を生み出すような産業集積というシステムであり、その解明しようとしている主題は産業集積維持ⁱⁱⁱのメカニズムである。また、彼は帰納法的なアプローチを取ることにより、実態に即した産業集積像を描き出している。特に、イノベーションや風土といった近年の実証研究で言われるような点をこの早い段階で指摘していることは評価できる。ただ、事実を列挙した感があり必ずしも体系的でないこと、非経済的な要因も多くモデル化が困難であることなどから、しばらくこの系譜を受け継いだ研究は出てこなかった^{iv}。

これに対し、A.ウェーバーは集積によって生じる費用低減を「集積の利益」として一括することによって、集積を費用最小化の観点からモデル化することに成功している(A.Weber, 1909)。しかし、このモデルは一定額の「集積の利益」を所与として個別企業の立地の意思決定を考察するというものである。つまり、分析対象としているのは個々の企業であり、産業集積をシステムとして捉える視点は希薄である。また、このモデルでは「集積の利益」が所与とされているが、それが生み出される過程が集積維持のメカニズム^vであることを考えると、産業集積維持のメカニズムはその主題としていないことが分かる。つまり、このモデルは産業集積形成のメカニズムを解明すべき主題としているのである。無論、「集積の利益」の中身を全く吟味していないわけではないが、彼の扱っている集積には一経営規模の拡大も含まれているため、マーシャルが指摘したような企業間のやり取りや後に Piore&Sable(1984)が指摘するような「柔軟な専門化」といった中小企業の集積による優位性については考慮されていない。ただ、演繹的な方法による厳密な論理展開と結論における一般性があるため、A.マーシャル、A.ウェーバー以後主流となったのがこの系譜であった。例えば、ホテリングのモデルを立地に応用した研究やアイサードらによるゲーム理論の適用などである(Dicken & Lloyd, 1990)。

このような流れの中で、一つの画期となったのが Piore&Sable(1984)であった。彼らの主題は大量生産体制の相対化であり、産業集積そのものを扱ったわけではない。しかし、イ

タリアの中小企業の生産体制などに触れる中で A.マーシャルの産業地域^{vi}を再評価し、さらに一経営規模の拡大も含めて集積が論じられる中で中小企業同士のネットワークの優位性を「柔軟な専門化」^{vii}という概念で提唱した意義は大きい。これ以後、イタリアの産業集積を中心に多くの実証研究が行われている^{viii}。また、Piore&Sable(1984)でも触れられているが、注目を集めている産業集積としてシリコンバレーがあり、こちらの実証研究の蓄積も多い^{ix}。ただ、これらの実証研究の主眼は一言で言えば「産業集積の競争優位性」であり、分析対象としているのは、個々の企業よりもシステムとしての産業集積である。そして、その解明しようとしている主題は産業集積維持のメカニズムである。伊丹他(1998)の一節に「集積の歴史的出発点はある意味明らかであることが多い。...(中略)...集積の論理を考える際のポイントは集積の継続の論理である。...(中略)...つまり、なぜ「中小企業の集積」になると継続性が生まれるのか、あるいは拡大しやすくなるのか、を考えなければならない(pp-6,7)」とあり、これらの実証研究の分析対象や主題が従来の立地論のモデルにおける分析対象や主題と異なることを象徴している。ただ、これらの実証研究は各事例に特有な要因が強調されたり、非経済的な要因が強調されたりするため、論点が発散する方向にあり、一般化した議論が出来るようにする必要がある(松原,1999)と指摘されている。

このように、産業集積をモデル化して考察する A.ウェーバーの流れを汲む立地論の立場と実証を中心に考察する A.マーシャルの流れを汲む立場の 2 つに大きく分けることが出来るというよい。前者の分析対象は個々の企業であり、その解明すべき主題を産業集積形成のメカニズムに置いている。これに対し、後者の分析対象は産業集積というシステムであり、その解明すべき主題を集積継続のメカニズムに置いている。このように大きな違いがあり、それぞれ互いの研究成果を参照することがほとんどないほど二分化してしまっている。

しかし、近年の産業集積に関するいくつかの理論を見ると、この 2 つの立場を統合するような流れが出てきているように思える。Krugman(1991)のモデルは、A.マーシャルにその源流を求めながらも、A.ウェーバー以降の立地論が課題としていた相互依存立地の問題に挑んでいるといえる^x。Porter(1998)のクラスター理論は、集積を捉える際の視野の射程を明確な形で示しており、特に A.マーシャル、Piore&Sable(1984)の流れを汲んだ実証研究に有用な示唆を与えているといえる。また、イノベーションや生産性で集積を見る視点を A.ウェーバー以降の立地論に再認識させている。Scott(1988)の「新産業空間」理論は、A.マーシャル、Piore&Sable(1984)の流れを汲んだ研究における企業間関係や取引システムについて、取引コストアプローチを援用する形で展開されている(松原, 1995 松原他編, 2000)。これは、費用最小化等が主要なアプローチであった A.ウェーバー以降の立地論と通じるものがあり注目に値する。しかし、Krugman(1991)のモデルは産業集積内における企業間の直接的なやり取りは扱われておらず、産業集積を一つのシステムとする視点が希薄である。また、Scott(1988)のモデルも経済学的な側面があり、A.マーシャルの指摘したような産業集積維持のメカニズムの点で物足りない。Porter(1998)の理論は比較的広い視野で

ダイナミズムを見ているといえるが、分析の際の視点を整理したという段階に止まっていると言える。このように、やはりまだ不十分であるといえる。

先の産業集積をめぐる政策論議で見たように、産業集積論には動態的な視点が求められている。しかし、このように既存研究は二分化してしまっており、これに応えることが出来ていないのである。

それではなぜ二分化した産業集積論を統合するのが困難なのであろうか。私はそれぞれの分野で考えられている行動主体である「企業」に隔たりがあるからだと考える。従来の立地論のモデルにおける企業像は、1)互いに競争的 2)情報を多く持った大企業 3)互いに同質 4)(成長も含めて)学習をしない というものであった。しかし、これでは先に述べたような動態的な視点も射程に収めることは出来ない。やはり、時系列的なダイナミズムを考えるのであれば、学習や成長を考慮すべきであるし、産業集積というレベルの視点も考えるのであれば、産業集積というシステムの構成員として、競争する一方で協調もし、それぞれがそれぞれの役割を果たす規模・能力ともに異質な企業であることも考慮しなければならない。また、隅谷(1971)が指摘するように、中小零細が産業集積を構成していることも考慮すると、多くの情報をもつ企業像を前提としたモデルには限界があるといえる。つまり、企業は1)協調もする 2)多くの情報をもたない中小零細も含む 3)互いに異質でシステムを構成する 4)学習をする という側面も持つことを考慮しなければならないのである。そして、これらの企業像は多くの実証研究で述べられていることなのである。ただ、多くの実証分析では個々の企業の意思決定に主眼を置いておらず、それゆえなぜ産業集積が形成されるのかといった問題に応えることが出来ていないのであった。また、一般的な議論をする土台が脆弱で議論が発散する方向にあるため、そのような土台を作ることも要求されているのであった。

以上より、従来の立地論のモデルにおける企業にこれらの特質を加えた 2 つの流れを統合するモデルを構築することが望まれているのだと考えられる。次節ではこの点を手がかりに、新しいアプローチを模索していくことにしよう。

表 1：産業集積における先行研究

立場	A.ウェーバーの系譜 (立地論におけるモデル)	A.マーシャルの系譜 (多くの実証研究)
主要な研究	A.ウェーバー(1986) ホテリングのモデル アイサードのゲーム理論の適用	A.マーシャル(1966) Piore & Sable(1984) 小川(1998) 伊丹他(1998)
解明すべき主題	主に産業集積の形成	主に産業集積の継続
分析対象	個々の企業	産業集積というシステム
評価すべき点	議論の一般性	実態を比較的良く記述
欠点	「集積の利益」の生み出される過程が ブラックボックス(モデル上) 動態的視点が希薄	議論の一般性が希薄 集積の形成や集積外部との作用が希薄
企業像	相互に競争 完全合理的 同質 学習のメカニズムがない	協調もする。 限定合理的 異質 学習のメカニズムもある

* この2つの流れを統合するような動きとして Krugman(1991)、Potter(1998)、Scott(1988)などが挙げられるが、必ずしも十分でない。

3. Agent Based Simulation と人工社会

3.1 Agent Based Simulation と人工社会

前節では、まずこれまでの産業集積研究は二分化しており、それぞれ先に述べた動態的な視点の上で不十分であることを述べた。そして、これら2つの流れを統合することでその解決が図られると考えられるが、両者の前提とする企業像には相違があり、いくつかの新しい理論が出てきてはいるが不十分であることを指摘した。そこで、新しいアプローチが必要となるわけであるが、一つの可能性のあるアプローチとして Agent Based Simulation によるアプローチがある。本稿では、その中でも Epstein&Axtell(1996)らの人工社会モデルを中心に考察していくことにする^{xi}。

人工社会モデルとは、彼らの定義によれば「各エージェント^{xii}の情報と計算能力に依存した、限られた範囲のルールのもとで、それらのルールに従った個々のエージェントが人工環境の中で演じる行動の相互作用を通じて、基礎的な社会構造や群行動が創発されるようにする」(服部他訳, 1999, p-6) モデルであり、これをコンピューター内に作り出してシミ

ュレートすることによって考察を行うというものである。

この定義に沿って若干の説明を加えると、まずこのモデルにおいてエージェントは各々異なる能力や情報を保持しており、それらには一定の制限を設けることが出来る。つまり、このモデルによれば従来のモデルでは困難であった異質で局所的な情報しか持たない行動主体も扱うことが出来る。そして、これらのエージェントが各々の能力や情報に応じて、自分の置かれている環境や周囲のエージェントに対する行動を決定していくのである。ここで重要なのは、エージェント同士のやり取りも扱うことが出来る点である。以上のルールをプログラミングしてシミュレーションを行うわけであるが、主に考察の対象となるのが、個々のエージェントによる行動の結果として生み出されるエージェント群の動きである。個々のエージェントの行動が時間とともに積み重なっていき、それがエージェント群全体にどのような現象を生じさせるのかを観るというのである。また、定義上は述べられていないが、エージェントが環境や他のエージェントへの反応行動をする中で自らの能力や情報を変えていくようなルールも比較的容易に組み込むことが出来、その意味でエージェントの学習も扱うことが可能である。

このように、人工社会モデルによれば先に挙げた特質を組み込むことが出来そうである。そして、企業像の相違を克服することが出来るのであれば、その結果として個々の企業とともに産業集積というシステムを同時に見ることが出来る。このことは産業集積の形成と維持のダイナミズムを同時に見ることにつながっていく。つまり、産業集積論における現代的な課題に応えることが出来るのではないかと考えられるのである。先にも述べたが、個々のエージェントによる行動の蓄積がエージェント群の動きにどのような現象を生じさせるのかを観るということは、このことに通じると考えられる。そこで次節以降、Epstein&Axtell(1996)らの Sugarscape というモデルをもとに、試論としてこのアプローチによる考察を試みることにする。

3.2 Sugarscape と改良版 Sugarscape

本節では、まず Epstein & Axtell(1996)らの Sugarscape の最も基本的なモデルを簡単に紹介し、次にそれを改良したモデルを構築していく。

3.2.1 基本的 Sugarscape^{xiii}のルール

このモデルは、砂糖に群がるアリの群れをイメージすると理解しやすい。

モデルは行動主体であるエージェントとエージェントの動き回る空間から構成される。空間は格子状の 2 次元座標となっており、各格子には砂糖の量が設定される。エージェントは空間上をそれぞれの視野範囲内で最も砂糖の多いポイントに移動し、その砂糖を摂取する。砂糖を摂取することで各エージェントはエネルギーを蓄えるが、各々に設定された代謝量に基づいてそのエネルギーを消費する。エネルギーがゼロになるとそのエージェントは死亡する。エージェントが消費することによって減少した砂糖は一定の割合で回復

する。

3.2.2 改良版 Sugarscape のルール

基本的 Sugarscape からの主な変更点^{xiv}は以下の通りである。

【変更点 1】基本的 Sugarscape においてはエージェントのえさ(砂糖)は空間上を動かなかったが、改良版 Sugarscape においてはエージェントから逃げ回るものとした。

【変更点 2】基本的 Sugarscape においてはえさ(砂糖)は捕えたエージェントが全て消費してしまうとしていたが、改良版 Sugarscape においては仲間を呼んで分けるというルールも持たせた。

【変更点 3】【変更点 2】に伴い、各エージェントは自分の能力に応じて「えさを狩る(逃げ回るえさを捕える)」か「仲間からの分け前に預かる」かの意思決定を行うものとする。

【変更点 4】【変更点 3】に伴い、各エージェントの能力には「えさを狩る」能力と「分け前に預かる」能力の 2 つを設けた。前者は 1) 周辺のえさに関する情報探索範囲 2) 一度に捕まえることの出来るえさの数 3) 分け前を仲間に知らせる能力 に関わる能力である。後者は 1) 周辺の分け前に関する情報探索範囲 2) 一度に預かることの出来る分け前の数 に関わる能力である。各能力につき 3 つのタイプを設け、能力的に 9 つのタイプのエージェントが存在するものとした^{xv}。

エージェントの詳細な行動フローは図 1 の通りである。

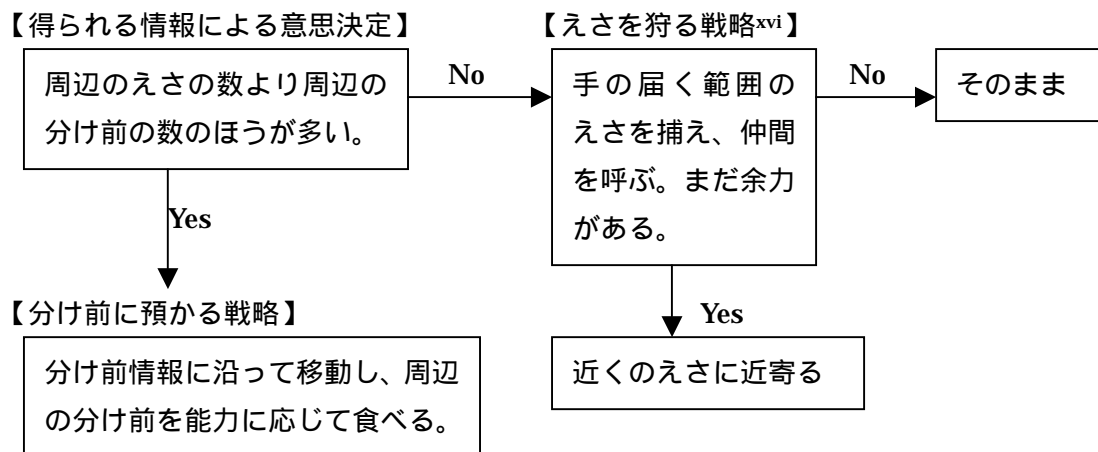


図 1 エージェントの行動フローチャート

4 . 改良版 Sugarsape によるシミュレーション

本節では、前節で説明した改良版 Sugarscape を用いていくつかのシミュレーションを行い、産業集積の考察を行っていくことにする。

4.1 改良版 Sugarscape による簡単なシミュレーション

まず、次(【Simulation -a】)のようにエージェントの能力を設定し、簡単なシミュレーションを行ってみることにした^{xvii}。なお、このシミュレーションにおいては、基本的 Sugarscape に組み込まれていた淘汰のルールは組み込まなかった(後に拡張する際に組み込む)。

【Simulation -a】「えさを狩る能力」「分け前に預かる能力」ともに最も低いタイプのもののみにする。

その結果、以下のようなことがわかった。

【Implication -a^{xviii}】

- 1) 大きなクラスター(エージェントの塊)は形成されなかった。

そこで、次(【Simulation -b】【Simulation -c】【Simulation -d】)のようにエージェントの能力を設定し、シミュレーションを行ってみた。

【Simulation -b】「えさを狩る能力」は最も高いタイプにし、「分け前に預かる能力」は最も低いタイプにする。

【Simulation -c】「えさを狩る能力」は最も低いタイプにし、「分け前に預かる能力」は最も高いタイプにする。

【Simulation -d】「えさを狩る能力」「分け前に預かる能力」ともに最も高いタイプのみにする。

その結果は、以下の通りである。

【Implication -b】【Implication -c】【Implication -d】

- 1) 大きなクラスターは形成されなかった。

そこで、次(【Simulation -e】【Simulation -f】)のように、エージェント間に能力の違いを設けて、シミュレーションを行ってみた。

【Simulation -e】「えさを狩る能力」は最も低いタイプにし、「分け前に預かる能力」は5%を最も高いタイプに10%を2番目のタイプ、それ以外を最も低いタイプにした。

【Simulation -f】「分け前に預かる能力」は最も低いタイプにし、「えさを狩る能力」は5%を最も高いタイプに10%を2番目のタイプ、それ以外を最も低いタイプにした。

その結果は、以下の通りである(参考資料2、参照)。

【Implication -e】

- 1) 大きなクラスターは形成されなかった。

【Implication -f】

- 1) 「えさを狩る能力」の高いエージェントの周辺に集まるようにクラスターが形成された。
- 2) 「えさを狩る能力」の高いエージェントはえさを捕獲しようとクラスターの周囲を様々に位置を変えながら動いていた。
- 3) 「えさを狩る能力」の低いエージェントは何とかして分け前に預かろうと様々に位置を変えていた。
- 4) 全体としてクラスターは形を様々に変えながら存続していた。

これら6つのシミュレーションから分かるように、クラスターの形成には「えさを狩る能力」に関して差異があることが必要であることが分かった。特に、「えさを狩る能力」が高いものが少数、低いものが多数の場合にクラスターが形成されやすかった^{xix}。クラスターが形成された後は、【Implication -f】2)3)4)にあるように、各エージェントは能力に応じて「えさを狩る」と「分け前に預かる」の役割を分担し、クラスターは存続していた。

4.2 成長と淘汰を組み込んだ場合のシミュレーション

先のシミュレーションでは、「えさを狩る能力」の高いエージェントが少数入った場合に大きなクラスターが形成され、存続していた。ただ、エージェントに学習能力は備わっておらず、またえさや分け前を取れなくても生き残っていた。そこで本節では、次(【変更点5】)のような成長と淘汰のルールを追加し、そのもとでエージェントはクラスターを形成し、それを維持していくことができるのかを見ていくことにする。

【変更点5】エージェントの体力を最大値20とし、毎ステップ2減って0になったら死亡する。えさを捕まえるごとに2、分け前に預かるごとに1回復するものとした。なお、体力の初期値は20に設定した。

能力は、「えさを狩る能力」に関してはえさを“10×「現時点の自分のえさを狩る能力」”回捕まえることで1段階上になる。「分け前に預かる能力」に関しては分け前を“50×「現時点の自分の分け前に預かる能力」”回預かることで1段階上になる。なお、いずれも最大値は3とした。

毎ステップ2%の確率で子供を産み、自分の場所におく。

この成長と淘汰のルールを加えて、次のようなシミュレーションを行った。

【Simulation -a】「えさを狩る能力」「分け前に預かる能力」それぞれを最も低いタイプにし、成長と淘汰のルールを加える。

その結果、以下のようなことがわかった。

【Implication -a】

- 1) エージェントの中から「えさを狩る能力」の高いものが生まれ、その周辺にクラスターが形成された。
- 2) 形成されたクラスターは【Implication -f】で述べたような動きをして存続していた。
- 3) クラスターが形成されると、エージェントは「えさを狩る」ことに特化するものと「分け前に預かる」ことに特化するものに分かれ、役割分担がより明確になる傾向があった。

【Simulation -a】ではクラスターは形成されなかったが、成長と淘汰のルールを加えることで、エージェントが自分の環境にあった戦略を選択・学習し、大きなクラスターを形成した。また、クラスターが形成されるとエージェントはそれぞれの役割に特化し、その結果、一つの安定的なシステムとしてクラスターは存続していた。

4.3 産業集積に関する興味深い事例及び研究

本節では、前節までのシミュレーションからのインプリケーションを踏まえて、いくつかの産業集積に関する事例研究を見ていくことにする。

4.3.1 イタリアの事例

小川（1998）では、イタリアの地域産業集積の実証研究を通じて産業集積に関する一つのモデルを述べている。ここでは、先のシミュレーションの結果と関連する点を中心に見ていくことにする。

イタリアの地域産業集積における特徴の一つ目は、産業集積全体がもつ多様性と柔軟性で

ある。多様性とは、集積を構成する各企業が他の企業との差別化を図り、独自の能力を保持することによって、集積全体として多様な能力を持つということである。また柔軟性とは、マーケットのニーズに応じて様々な企業が担当することで、集積全体として多様なニーズを吸収するということである。

特徴の二つ目は、集積内の各企業は協調的である一方、激しい競争も行っていることである。各企業は特定の分野に特化しており得意分野が異なる場合などは協調が起こる可能性はある。しかし、各企業は類似工程では多くの企業と競合しており、激しい差別化競争を行っているのである。

特徴の三つ目は、最終製品供給者と工程専門者とに機能分担がなされているということである。最終製品供給者は、外部市場にアクセス可能なためにマーケティングや製品企画機能を果たしている他、内部情報にも精通して、全ての製造工程を自ら抱え込むことはせずに、工程専門者を組織化するといったことを行っている。

4.3.2 東京都大田区の事例

伊丹他(1998)では、イタリアの地域産業集積と東京都大田区の産業集積の事例から両者の共通点を抽出している。以下に要点を列挙すると、

- 1)分業の単位が細かく、集積全体として技術の深さを持っている。
- 2)分業単位の集まりの規模が大きく、類似工程間の競争と同時に自分の担当できない部分における他との協調ができる。
- 3)互いが近接立地することで濃密なコミュニケーションが起こり、上のメリットを容易の実現しうる。
- 4)これらの結果、集積全体として多様な需要に応える柔軟性を備えることになる。
- 5)集積には「需要搬入企業」が存在し、集積の継続において上にあげたことと同様に重要な役割を担っている。

の5点が挙げられる。

特にこの5点目に関しては、第4章において詳細な分析を行っている。そこでは、その重要な機能の一つとして需給のコーディネートを挙げ、産業集積外部の情報にアクセスすることが出来る一方で、内部の情報にも精通した産業集積内の企業がその役割を担っていると論じている。

4.3.3 シミュレーション結果と2つの事例

では、2つの事例を念頭に【Implication -f】【Implication -a】を詳しく見ていくことにしよう。

【Implication -f】2)3)4)、【Implication -a】2)3)から分かるように、クラスターが形成されると、「えさを狩る能力」の高いエージェントが動き回るえさを取ってきて、「えさを狩る能力」の低い(=「分け前に預かる能力」の高い)エージェントは高いエージェントが

らの分け前に預かるように機能分担していた。このことは、イタリアの事例における最終製品供給者と工程専門業者の機能分担や東京都大田区の事例における「需要搬入企業」の存在と矛盾しない。

【Implication -f】2)3) (【Implication -a】2) については、「えさを狩る能力」の高いエージェントが様々に位置を変えてえさを捕獲するので、結果的にえさを捕獲した場所に近い「えさを狩る能力」の低い(=「分け前に預かる能力」の高い)エージェントが分け前に預かることになる。つまり、えさごとに分け前に預かるエージェントが異なるのである。ここでエージェントを産業集積内の企業、えさを需要とすると、多様な需要を消化していると解釈することが出来る。そして、同時に違う場所にある分け前を異なるエージェントグループが担当しながら消化すると言うことは、そのクラスターが全体として多様な需要に対応しうる柔軟性を備えていると解釈することが出来る。また、「えさを狩る能力」の高いエージェントは動き回るえさを捕獲しなくてはならない、他の「えさを狩る能力」の高いエージェントとも競合するといった点で競争圧力にさらされているといえる。一方、「えさを狩る能力」の低い(=「分け前に預かる能力」の高い)エージェントは分け前に預かろうと様々に位置を変えているので、激しい競争を行っているといえる。つまり、協調の一方で激しい競争を行っていることも観察することが出来るのである。

これらの結果、【Implication -f】4)にあるように、全体としてクラスターが様々に形を変えながら存続していたということは、役割分担、産業集積が全体として持つ多様性と柔軟性、産業集積内の競争と協調、の3つを示唆していたのである。

このように、改良版 Sugarscape によって生じたエージェントのクラスターは産業集積の実態を比較的良く記述しているといえる。

4.4 産業集積外部の変動と産業集積

先のシミュレーションでは、エージェントが環境に学習をしながら適応することでクラスターを形成した。そして、形成されたクラスターは各エージェントの役割分担を通じて、安定的なシステムとして存続していた。そこで、本節では、えさのルールを変更すると、エージェントの動きにどのような変化が生じ、クラスターの動きにどのような影響を及ぼすのか見ていくことにしよう。

4.4.1 えさの数の変動を組み込んだ場合のシミュレーション

まず、えさの数の変動を次の2つのパターンを設けて、それぞれにつき成長と淘汰のある場合とない場合をシミュレーションを行うことにした。

【Simulation -a】これまで、えさは5%の確率(これを仮に「新規えさ生成指数」と呼ぶことにする)で新しいえさを生み出すとしていたが、2%と10%の間

を一定のサイクル（50 ステップで 1 サイクル）で連続的に変化するものとした。また、生み出す確率の変化に伴い、えさの数の最大値も 100 から 500 の間を同じサイクルで変化するものとした。その他の設定は【Simulation -f】と同じにした。

【Simulation -b】【Simulation -a】に成長と淘汰のルール(【変更点 5】)を加えた。

【Simulation -c】【Simulation -a】におけるサイクルを長く（200 ステップで 1 サイクル）した。

【Simulation -d】【Simulation -c】に成長と淘汰のルール(【変更点 5】)を加えた。

その結果、以下のようなことがわかった(参考資料 3、参照)。

【Implication -a】【Implication -b】

- 1) 成長と淘汰のルールを入れる場合と入れない場合では、得られるインプリケーションに大きな違いはなく、ここでは【Simulation -b】を中心にインプリケーションを述べる。
- 2) エージェントは新規えさ生成指数が減少する局面ではバラバラに活動するエージェントを統合する形でクラスターを形成した。
- 3) 新規えさ生成指数が最低局面では形成したクラスターで何とかしのぎ、指数が増加に転じるとクラスターを強化する形で生き残っていった。ただ、指数が最大値近くなるとクラスターは若干ばらける傾向があった。
- 4) エージェントがクラスターを形成するに従い、えさの数の変動が少なくなった。

【Implication -c】【Implication -d】

- 1) この場合も同様に、成長と淘汰のルールを入れる場合と入れない場合とでは、得られるインプリケーション大きな違いはなく、ここでは【Simulation -d】を中心にインプリケーションを述べることにする。
- 2) 新規えさ生成指数が高い状態が長く続くと、かえってえさの分布に大きな偏りが生じ、複数（3 から 7 程度）の「えさを狩る能力」の高いエージェントを抱える、巨大クラスターを形成した^{xx}。
- 3) 新規えさ生成指数が減少局面では先に述べたこと同様にクラスターを形成したが、その局面が長く続くためこのクラスターが崩壊して、エージェントも死滅することが多かった^{xxi}。ただ、エージェントの中には上手くえさにありついて、そこから新しくクラスターを作って生き残ろうとする動きも見られた。

上に述べたインプリケーションをもう少し詳しく見てみよう。

新規えさ生成指数増加局面においてはえさが多くなるため、各エージェントにとって直接外部と接する機会が多くなる。そのため「えさを狩る能力」の高いエージェントに頼る

ことなく、独自に外部からえさを取ろうとする。その結果、かえってクラスターはばらける方向に進んでしまう。ここからも分かるように、「えさを狩る能力」の高いエージェントがしっかりその役割を果たすことが、クラスター維持の条件になっている。

ただ、このような状況が長く続くと、「えさを狩る能力」が高いエージェントが多くなり、えさの乱獲が起こる。そのため、えさの数が少なくなり、えさを狩ろうとするエージェント間に競争が発生する。そしてその競争で成功するものと失敗するものが現れ、今度はクラスターが強化される方向に動く。この際、複数の「えさを狩る能力」の高いエージェントが近接していること、えさの量が増えているために新規参入しても容易に淘汰されず、エージェント数が増えること、などから巨大なクラスターを形成するのである。

次に、新規えさ生成指数減少局面についても見てみることにしよう。この局面ではえさが少なくなるので、各エージェントはえさの取れる「えさを狩る能力」の高いエージェントを核にクラスターの凝集性を増して耐え忍ぼうとする。しかし、このような局面が長く続くと限界を超えてしまうと、えさは取れなくなり、クラスターは崩壊してしまう。ただ、「えさを狩る能力」の高いエージェントの中には上手く数少ないえさを捕獲して生き残り、次の新規えさ生成指数増加局面ではそれを核にまたクラスターを形成していく。

最後に、【Implication -a】【Implication -b】の4)から、クラスターを形成するということは、外部環境に大きな変動が起こっていたとしても、その変動ほどには各エージェントに影響を与えないということが起こっていると考えられる。つまり、クラスターは変動を緩和する役割を担っているのである。

以上、いくつかの興味深いインプリケーションを得ることが出来た。ここで、新規えさ生成指数を仮に景気変動とすると、

景気拡大局面ではかえって産業集積を崩壊させる方向に動いてしまう。

しかし、好景気でも景気の伸びが鈍化すると、かえって産業集積が強化される方向に動く。

一方、景気縮小局面では、産業集積を強化して各企業は生き残りをかける。

しかし、それも長く続くと耐えられず崩壊してしまう。

そして、この難局を乗り切った企業を核にまた産業集積を形成する。

というように再解釈することが出来る。このような、産業集積の変遷を推測することが出来るのではないだろうか。これらの点に関して何らかの実証をしたわけではないので、インプリケーションの域を出ていないのは確かである。しかし、このような点は既存の研究では取り上げられなかった点である。A.ウェーバーの系譜の研究では産業集積の維持を主題においていないので、このような視点を持つことは困難であるし、A.マーシャルの系譜の研究では往々にして産業集積外部の変化は対象外にされてしまいがちだからである。えさの数に条件を与えるだけでこのようなことが推測できるということは、このモデルを一層魅力的なものにしていると言える。

4.4.2 えさの分布を変えた場合のシミュレーション

【Simulation -d】などでは、えさの分布に大きな偏りが出来た結果、巨大クラスターが形成された。そこで、これまでは新しく生み出されるえさ(子)は生み出したえさ(親)のいる場所に置かれるとしていたが、以下のような、えさがランダムに配置されるルールに変更し、シミュレーションを行った。

【変更点 6】新しく生み出されるえさ(子)は生み出したえさ(親)の位置に関係なくランダムに配置される。

【Simulation -a】【Simulation -f】の設定のもとで、【変更点 6】を加えた。

【Simulation -b】【Simulation -a】に成長と淘汰のルール(【変更点 5】)を加えた。

その結果、以下のようなことがわかった(参考資料 4、参照)。

【Implication -a】【Implication -b】

1) 【Simulation -f】【Simulation -a】に比べて、クラスターのばらつきが生じた。

ランダムに配置されると、各エージェントにとってえさに接する機会が増える。このことは、各エージェントがえさを狩るようになり、明確な役割分担が行えないということである。その結果、クラスターがばらけてしまったということは、逆にいえば、能力に応じて役割分担することがクラスターの形成、維持の条件になっているということである。

4.5 全ての場合を考慮したシミュレーション

以上、様々な条件のもとでシミュレーションを行ってきた。これらの条件はボタン一つで課したり外したり出来る^{xxii}ようにしたので、複合的に起こして何が起こるかを見ることは容易である。シミュレーションのパターンは多数^{xxiii}考えられるが、ここでは次のようなシミュレーションとその結果を述べるにとどめておこう。

【Simulation -a】【Simulation -d】にえさのランダム配置のルール(【変更点 6】)を加えた。(【Simulation -f】の設定のもとで、えさの変動を長期サイクルにし、成長と淘汰のルール(【変更点 5】)とえさのランダム配置のルール(【変更点 6】)を加えた。)

その結果、以下のようなことがわかった(参考資料 5、参照)。

【Implication -a】

- 1) 新規えさ生成指数が増加すると、多くの「えさを狩る」能力の高いエージェントが生まれ、かえってクラスターは形成されにくくなっていた。
- 2) 新規えさ生成指数が減少し始めても、クラスターは余り形成されず、そのままエージェントが淘汰されてしまうということが起こっていた。
- 3) 事実、新規えさ生成指数が減少し始めると、えさの数も急速に減少し始め、【Simulation -d】の場合に比較してエージェントが全滅するまで時間が短かった。

新規えさ生成指数が高くえさの量が豊富であり、またえさがランダムに配置されるので、えさに接する機会が多くなる。このような状況が長く続くと、各エージェントはえさを狩るようになり、「えさを狩る能力」の高いエージェントとなった。また、淘汰されるエージェントも少ないためエージェント数全体も増加する。しかし、新規えさ生成指数が減少に転じると、そのようなエージェントの行動が裏目に出て、急激にえさの数が減少し、早く淘汰されてしまう。この点、クラスターが外部環境の変動を緩和する機能を持っていたのと対照的である。

この場合、各エージェントはその状況に合った行動をとり、全体としてその状況に過度に適応してしまったのである。このような状況が永遠に続くのであれば問題はないが、状況に変化が現れると、自らの手によってその状況変化を加速させてしまい、結果的に早く淘汰されてしまうのである。つまり、ある状況に過度に適応してしまうことは状況変化に対して脆弱になるということでもあるのである。

5. 本稿の結論と今後の展望

この節では、改良版 Sugarscape によるシミュレーションから得られた結論を述べる。最初にこの種のシミュレーションが産業集積における方法論としてどのように位置付けられるかを述べる。次に、シミュレーションから得られたインプリケーションをもとに産業集積に関する興味深い事実を指摘する。

5.1 方法論としての Agent Based Simulation

本稿の目的の一つは、現代的な課題に答えることの出来ていない従来の産業集積研究に対し新たなアプローチを模索するということであった。繰り返しになるが、産業集積研究における現代的な課題とは「個々の企業をいかにして集積させ、地域経済に根付かせ、それをどのようにして経済社会全体の中で維持・継続していくか」という動的な視点を持つ必要があるということであった。

そこで、第4節で行ってきた改良版 Sugarscape による分析を見ていく。まず、エージェントの能力の初期設定を様々に変えてみることで、クラスター形成の条件を探った。また、

形成されたクラスターを観察することで、クラスターがどのようなシステムで存続しているのかを考察した。次に、成長と淘汰のルールを組み込むことで、個々のエージェントが自分の環境にあった戦略を選択し、それを学習することを通じて、どのようにしてクラスターというシステムを形成し、それをどのようにして維持していくのかを見た。つまり、このモデルでは、「個々の企業がどのような行動を取った結果、産業集積を形成するのか」と「それがどのようなシステムとして存続するのか」を同時に見ることが出来たのである。

また、外部環境に変動を起こしてみることにより、それが個々の企業の行動にどのような変化を起こし、それがクラスターにどのような影響を与えるのかを見た。つまり、外部環境も含めた全体におけるクラスターのダイナミズムを見ることが出来たのである。

このように、Agent Based Simulation のアプローチによれば、産業集積論における現代的な課題に応えることが出来るといえる。確かに、今回分析に使用したモデルには産業集積を考察する上で重要な要素のいくつかが考慮されていない。しかし、このような極めて単純なモデルにおいても実証研究で言われてきたような概念を検証できたり、これまでの研究では得ることの出来なかった興味深いインプリケーションを得ることが出来たのである。また、モデルから得られたのはインプリケーションの域を出ていないとの批判があるかもしれない。これをもとにした更なる実証研究や新たな経済学的なモデルの構築などが必要なのは確かである。しかし、そうであってもこれまでの二分化した産業集積研究を統合した視点に立てることの意義は大きいといわざるを得ない。

その意味で、Agent Based Simulation は産業集積研究における新たなアプローチとして大きな可能性をもっているといえるだろう。

5.2 「ゲートキーパー」と産業集積

先のシミュレーションでは、「えさを狩る能力」の高いエージェントがクラスターの形成、維持双方において大きな役割を担っていた。そこで、ここでは「えさを狩る能力」の高いエージェントの役割に焦点を当てて考察することにしよう。

この「えさを狩る能力」の高いエージェントの役割を理解する上で有用な概念に、「ゲートキーパー」がある。「ゲートキーパー」は経営学者のアレンが研究開発組織のコミュニケーションを調査する過程で導き出した概念である(Allen, 1977)。Allen(1977)によれば、「ゲートキーパー」とは 1)高度な技術達成者であり、2)外部と頻繁に接触し、3)そこで得た情報を内部に分かりやすい形で伝える、という役割を担う存在であり、組織内部の人間は彼を介して外部の情報を入手することが出来るのである。まさしく、「ゲートキーパー」は組織の外部と内部をつなぐ「門番」的な役割を果たしているのである。

このことを念頭にもう一度先のシミュレーションを見てみよう。「えさを狩る能力」が高いとは、えさに関する情報探索能力と仲間を呼ぶことの出来る能力が高いということであった。えさはエージェントのクラスターにとって外部情報と解することが出来るので、前者の能力が高いということは外部情報を他の企業よりも多く持っているといえることが出来る。

また、後者の能力が高いということは多くの仲間を呼ぶことが出来るということであり、内部情報にも精通していると解することが出来る。そして分け前を与えるというのはコーディネート機能を果たしているといえる。もちろん、今回構築したモデルは「えさを取ってきて、それを消費する」というものであり、エージェント間のコミュニケーションが明示的に扱われているわけではない。しかし、上で述べたように、「えさを狩る能力」の高いエージェントは「ゲートキーパー」に値するような能力を持ち、それに類似した役割を担っているといえる。

最近の実証研究を見ていると、様々な研究で名前を変えながらこの「ゲートキーパー」的^{xxiv}役割を担う企業の存在が明らかにされてつつある。例えば、先のイタリアの事例における「最終製品供給者」や東京都大田区における「需要搬入企業」も、外部と内部双方の情報に精通してそれをつなげる情報の結節点という役割を担っており、「ゲートキーパー」的であるといえる。

ただ、今回のシミュレーションで着目すべきもう一つの点は、このような「ゲートキーパー」的企業が産業集積の形成にも大きな役割を果たしている可能性を示唆している点である。前節で挙げた2つ事例は第2節で述べたような実証研究であり、産業集積の形成に関しては余り関心を払っていない。そのため「ゲートキーパー」的企業の存在は産業集積の維持の条件としてのみ捉えられている。しかし、先のシミュレーションでは、このような企業が産業集積の形成にも大きな役割を果たしている可能性が示された。このような視点から産業集積の形成を扱った研究は少ないが、着目すべきものとして稲垣(2000)がある。

稲垣(2000)は、「近年における各産地の発展は、中小企業の横並び的な形態ではなく、むしろスター・プレイヤーの誕生によって大きく特徴付けられている」としている。このスター・プレイヤーとは「地域内部の生産者やサプライヤーと顧客を結ぶ情報流通のゲートキーパー」的役割に特化することによって拡大発展した企業である。このようなスター・プレイヤーの誕生は地域内部の小企業を脅かすのではなく、地域内部への需要搬入、設備投資や資金供給、工程担当企業への技術革新の促進と競争へのモチベーションの付与を通じてむしろ産業集積の発展に貢献したというのである^{xxv}。つまり、産業集積の発展において「ゲートキーパー」的企業が重要な役割を担っていたことを示唆しているのである。確かに、この研究は産業集積の形成に関して述べているわけではない。しかし、これは着目すべき事実である。

5.3 今後に向けて

本稿では、試論という形で人工社会モデルによる考察を行った。今後は、今回構築したモデルでは考慮されなかったその他の重要な要素を組み込んで、様々なシミュレーションを行っていきたいと思う。また、モデルから得られたインプリケーションを実証研究によって確かめたり、それをもとにより精緻な経済学的なモデルを構築したりすることが出来ればと思う。

特に、今回構築したモデルでは、興味深いインプリケーションを得ることが出来た。産業集積における「ゲートキーパー」的企業はこれまでの研究であまり取り上げられてこなかった点である。今回得られたインプリケーションをもとに、このような企業の実態を浮き彫りにしていくことが出来ればと思う。

参考文献

- Allen, Thomas J. (1977) *Managing the Flow of Technology*. Chambridge, Mass: MIT Press (中村信夫訳『“技術の流れ”管理法』開発社, 1984)
- Dicken, P. and P. Lloyd (1990) *Theoretical Perspectives in Economic Geography*, New York; Tokyo: Harper & Row (伊藤喜栄監訳『立地と空間(上)(下)』古今書院, 1997)
- Epstein, J. M. and R. Axtell (1996) *Growing artificial societies: social science from bottom up*, Washington, D. C.: Brookings Institution Press (服部正太・木村香代子訳『人工社会』共立出版, 1999)
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*, Leuven University Press (北村行伸・高橋亘・妹尾美起訳『脱「国境」の経済学』東洋経済新報社, 1994)
- Marshall, A. (1890) *Principle of Economics*, London : Macmillan (馬場房之助訳『経済学原理』東洋経済新報社, 1966)
- Piore, M. J. and C. F. Sable (1984) *The Second Industrial Divide*, New York: Basic Books (山之内靖・永易浩一・石田あつみ訳『第二の産業分水嶺』筑摩書房, 1993)
- Porter, M. (1998) *On Competition*, Boston, MA: Harvard Business School Publishing (竹内弘高訳『競争戦略論』ダイヤモンド社, 1998)
- Saxenian, A. (1994) *Regional Advantage*, Cambridge, Mass: Harvard University Press (大前研一訳『現代の二都物語』講談社, 1995)
- Scott, Allen J. (1988) *New Industrial Spaces: Flexible Production Organization and Regional Development in North America and Western Europe*, London: Pion
- Weber, A. (1909) *Reine Theorie des Standorts*, Turingen, Germany: J. C. B. Mohr (篠原泰三訳『工業立地論』大明堂, 1986)
- 伊丹敬之・松島茂・橘川武郎(1998)『産業集積の本質』有斐閣
- 稲垣京輔(2000)「イタリア産業集積の新展開」『地域開発』432, pp.62-66
- 大橋裕二(2000)「産業クラスター創造活動の現状と課題」『地域開発』432, pp.14-20
- 小川秀樹(1998)『イタリアの中小企業』日本貿易振興会
- 清成忠男・橋本寿朗編(1997)『日本型産業集積の未来像』日本経済新聞社
- 隅谷三喜男(1971)「地域と産業 - 大都市の中小零細企業をめぐる」大塚久雄・小宮隆太郎・岡野行秀編『地域経済と交通』東京大学出版会, pp63-75
- 高橋伸夫編(2000)『超企業・組織論』有斐閣
- 寺野隆雄・倉橋節也(2000)「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』15-6(特集:人工市場), pp.966-973
- 松原宏(1995)「フレキシブル生産システムと工業地理学の新展開 - A. J. Scott の New Industrial Space 論を中心に」『西南学院大学経済学論集』29(4), pp87-105
- 松原宏(1999)「集積論の系譜と「新産業集積」」『東京大学人文地理学研究』13, pp.83-110
- 矢田俊文・松原宏編(2000)『現代経済地理学』ミネルヴァ書房

脚注：

-
- i 本稿では、単に「集積」という場合には一企業の規模拡大も含めたものとし、「産業集積」という場合には中小企業の集合体のことを特に指すこととする。
- ii 『経済学原理』(馬場房之助訳, 1966) p-249
- iii 上掲書 p-255
- iv この点は、Krugman(1991)は驚くべきこととしている。(訳書(北村他訳) pp49-52 参照)
- v この点は、伊丹他(1998) pp131-137にも述べられている。
- vi マーシャルの考察した産業集積は「マーシャルの産業地域」と呼ばれ、産業集積の一形態として位置付けられている。
- vii 必ずしも、「柔軟な専門化」は中小企業のネットワークのみによって達成されるわけではなく、日本と大企業と下請けといった形態でも達成しようとしている。
- viii 日本語のものとしては小川(1998)や東京都大田区との事例ともあわせて論じた伊丹他(1998)など。
- ix 代表的なものとして A.Saxenian(1994)や日本人によるものとしては清成他(1997)がある。
- x 例えば鈴木(2000)(松原他編(2000)所収)においてはフーパーとグリーンハットのモデルとともに論じている。
- xi Agent Based Simulation に関する整理については寺野他(2000)を参照。
- xii ここでエージェントとはモデルにおける行動主体のことである。
- xiii このモデルの詳細については Epstein&Axtell(1996)の第2章の特に前半部を参照のこと。
- xiv その他の詳細な設定に関しては本稿末の参考資料参照のこと。
- xv この点の詳細な設定に関しては本稿末の参考資料参照のこと。
- xvi 余力があるとは、一度に捕えることの出来るえさの量にまだ達していないということ。
- xvii 実装にあたっては MAS (Multi Agent Simulator) を用いた。これに関しては、構造計画研究所 (<http://www2.kke.co.jp>) を参照のこと。ここから、今回参考した Sugarscape の簡単なモデルもダウンロードできる。
- xviii 【Implication -a】は【Simulation -a】についての結果を示すものとする。以下もこれに準拠する。
- xix 【Simulation -f】の設定以外にも色々変えてやってみたが、【Simulation -f】のような場合に最もクラスターが形成されやすかった。
- xx 成長と淘汰のルールがない場合でも、それぞれの「えさを狩る能力」の高いエージェントの下に出来たクラスターが一緒になり、巨大クラスターを形成。
- xxi 成長と淘汰のルールがない場合でも、えさがなくなるとばらけてしまう。
- xxii 本稿末、参考資料1参照。
- xxiii ここで挙げたシミュレーションの他に、それぞれの条件を組み合わせる様々なパターンを考察した。
- xxiv ここで「的」としたのは、まだ研究の蓄積が少なく、その存在がアレンの言うゲートキーパーの役割と一致すると断定できないためである。
- xxv 「柔軟な専門化」の概念が大量生産体制へのアンチテーゼ的な意味合いを持っていたため、ともすれば企業規模の拡大は産業集積形成のプロセスにおいて貢献しないと考えられがちであった。