

## シミュレーションによる定番商品発生プロセスの分析

小山友介  
京都大学経済学研究科博士前期課程  
兵庫県西宮市段上町6-22-22-110  
0798-52-0951  
yus@mal.seikyuu.ne.jp

あらまし 本論文では①消費者の限定合理的行動および②店舗の空間の限定から定番商品が発生してくるプロセスを議論した。競争プロセスを検討する手段としてコンピュータシミュレーションを用いた。短いターン数で走らせたプロセス解析から、①競争の初期段階の優位が増幅する②競合する類似商品のどれが生き残るか事前に判断するのは難しいという2つの性質が得られた。より長いターン数を走らせた結果から、①消費者の好みいくつかのクラスターで構成されている時、各クラスターの好みにあった商品長期的に全て生き残る事は難しい②店の規模が最終的に生き残る商品数を左右するという性質が得られた。

キーワード 限定合理性、満足原理、商品の陳列空間、シミュレーション、競争プロセス、経路依存性

### The dynamics of Market-dominant products

Yusuke Koyama  
Graduate Student of Economics, Kyoto University  
6-22-22-110, danjo-cho, nishinomiya, Hyogo  
0798-52-0951  
yus@mal.seikyuu.ne.jp

#### Abstract

This paper describes the dynamics of competition if consumers follow the satisfaction principle. If only a limited number of products are allowed on the shelf, the shop's rule to select them crucially effects the dynamics of market shares. This paper presents a simple model and some results of its computer simulation, which suggest some typical patterns or tendencies of the market dynamics: the strong path dependency (a new product may win or lose a market share according to the timing of its introduction), and the emergence and the wondering nature of the market-dominant product.

key words satisfaction principle, bounded rationality, simulation, competition process, path-dependency

## [1]問題意識

消費者は店頭にある商品のすべてを検討してから購入するのではなく、自分なりの基準を超えた商品を購入する。この行動原理をサイモン(1984)は満足原理(satisfaction principle)と呼んでいる。消費者の満足原理による行動および店の規模が商品の競争に影響するメカニズム<sup>注1</sup>を、プロセス分析に長けたシミュレーションという方法を用いて検討した。

## [2]モデル

### (1)パラメータ及び行動関数

#### ①消費者(Consumer)

- ・ Number: 番号…消費者を区別するための背番号。
- ・ Preference: 選好…(X,Y)の2次元。
- ・ Search: 探索数…各消費者が検討する商品数上限。
- ・ Satisfaction: 満足係数。
- ・ TryNew: 新商品タグ…消費者の「新し物好き」の度合い。

各商品を消費することによる余剰(surplus)をs、1回サーチするとかかるコストをc、サーチ回数をt回とする時、消費者jの商品iに対する効用は次のようになる。

$$u_j(i) = \begin{cases} s - \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} - \text{Price}_i - c \cdot t & \text{商品が購入できたとき} \\ -c \cdot t & \text{商品が購入できなかったとき} \end{cases}$$

#### ②商品(Product)

- ・ Number: 番号…商品のもつ背番号。
- ・ Preference: 選好…(X,Y)の2次元。
- ・ CurrentSales: 現ターンでの商品の販売個数。
- ・ Price: 商品価格。

#### ③流通

- ・ Space: 販売商品数…新商品・旧商品それぞれに「商品をいくつ流通しているか」を示す。
- ・ Deadline: 閾値シェア…この閾値を下回った商品は棚から排除する。店の規模が小さいほど、この値は大きくなる。

#### ④その他

- ・ Nobuy: 商品を買わなかった消費者数。
- ・ Surplus: 消費者余剰の総計<sup>注2</sup>

### (2)アルゴリズム

モデル内には短いほうからピリオド、ターン、スパンという3種類の時間が流れている。ターンが時間の基本単位であり、各経済主体はみずからの目的達成に向かって行動する。1ターンの内部は消費者ピリオド・流通ピリオド・商品ピリオドに別れている。スパンは新商品の参入が起こる周期で、3ターンが1単位である。

#### ①第1スパン

このスパンだけ例外的に新商品のスペースが無い。すべてが新商品である。

- ・ 第1ターン
- ◇ 消費者ピリオド

<sup>注1</sup> 本論文で分析対象としている市場は、清涼飲料水などの嗜好品の市場である。

<sup>注2</sup>  $c=0$ として各消費者のuを総計した。

1. ランダムに商品を選ぶ。
2. 消費者の選好と商品の選好を比較する。検討した商品が、(満足係数) - {(両者の選好の距離) + (商品価格)} > 0の式を満足するなら、消費者はその商品の購入を決定。商品の Currentsalesに+1する。
3. 探索数まで1-2を繰り返し、上の式を満たさないときはNobuyに+1する。
4. 消費者の数だけ1-3を繰り返す<sup>233</sup>

◇ 商店ピリオド

1. 商品のCurrentsalesの順に商品を並び替える
2. 各商品の販売シェアを計算し、シェアがDeadlineを下回ったものを排除する。

・ 第2ターン～第1スパン終了まで<sup>234</sup>

◇ 消費者ピリオド

1. 商品を選ぶ。各商品が検討される確率は前ターンでの商品の販売シェアに等しい。
2. 第1ターンの2-4と同様。

②第2スパン～

初めて新商品が参入する。以降新商品を好む消費者は新商品スペースを検討する。最終ターンでは売れ行きの思わしくない旧商品が排除され、人気のある新商品が「格上げ」される。

・ 第1ターン

◇ 消費者ピリオド

1. 0から1.5まで0.1きざみの値が出る乱数を発生させる。乱数とTryNewの値を比較して、乱数の値が大きかった場合は旧商品の棚、小さかった場合は新商品の棚に向かう。<sup>235</sup>
2. 新商品スペースを訪れた場合はランダムに、旧商品スペースを訪れた場合はシェアと等確率で商品を検討する

◇ 商品ピリオド

1. 新商品を供給する。以後各スパンの第1ターンに第1スパンと同数の商品が参入する。

◇ 商店ピリオド

1. スペース毎に並び替え、排除を行う。
2. 各スパンの最終ターンに新旧の棚からシェアが10%以上の商品をすべて集める
3. 全商品のシェアを足しあわせ、その値で全商品のシェアを正規化する。
4. 正規化後のシェアが10%を超えた商品が次スパンの旧商品の棚に並ぶ。<sup>236</sup>

[3]実際のシミュレーション

データの解析がしやすく、比較的小規模な店舗を想定して、1回の参入数=5、消費者数=30Cの場合のシミュレーションを示す。

<sup>233</sup> 消費者が1つの商品を複数回検討してしまう可能性をプログラム上は排除していない。実際に他の商品が目に入らないことはありうるからである。

<sup>234</sup> 以後、行動に変化のあるところのみを述べる。

<sup>235</sup> 消費者のTryNewの値が完全に一樣に分布しているとする、消費者が新商品を検討する確率は16分の5、すなわち約3分の1である。

<sup>236</sup> 新商品と旧商品では旧商品の方が約2倍の潜在的需要者が存在するため、このアルゴリズムは非常に恣意的である。商店が人気のある新商品を積極的に採用するしくみになっている。

### (1)パラメータ

シミュレーションは4スパン、12ターンからなる。商品の選好は一樣乱数で発生させた。詳しい配置は図3-1-1を参照してほしい。価格は30から40の間でランダムに設定した。商品1から5が第1ターンから存在し、以下各スパンの最初に5種類の商品が参入する。

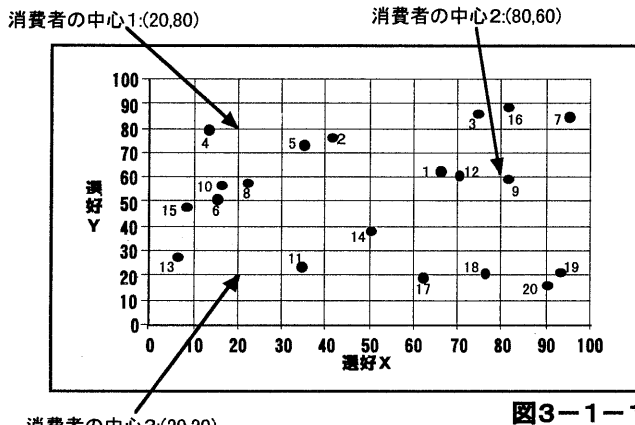


図3-1-1

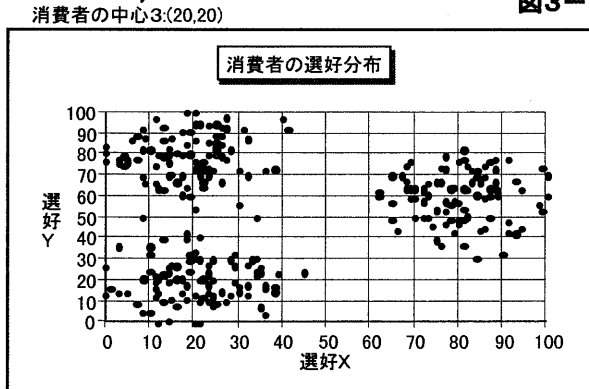


図3-1-2 時期も様々であるが、グループ1に

しっくり来る商品は無い。グループ2が購入対象とする商品は、ほぼ中心に存在する商品9と、分布の周辺付近に位置する商品3、商品7、商品16、およびグループ1での商品4に対応する商品1、商品12がある。グループ3は、このグループを目標にした商品には的確な商品は存在しない。いくつかの商品が選好分布の周辺に存在しているのみである。

### (2)競争プロセスの検討

消費者の新品・旧商品の決定および各棚での商品の検討順序に確率が入っているので、同一データでランダムシードを変化させて10回のシミュレーションを行った<sup>28)</sup>。具体的にプロセスを追う事例を一つ用意し、結果を追うことで競争プロセスに普遍的な性質をつかみ、他の試行を一般性を持たない特徴への言及・指摘用に用いる。

着目した数値は、商品を購入しなかった人数と総余剰である。細やかな分析が必要な時には各消費者の購入履歴(=各ターンでどの商品を購入したかの記録)を参照した。

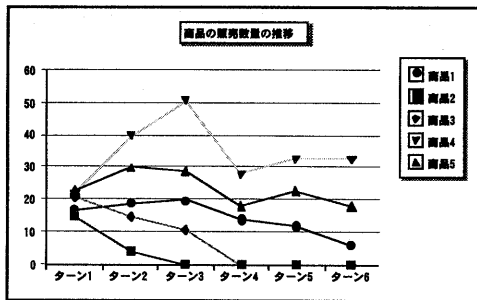
#### ①第1～第2スパン(第1ターン～第6ターン)

消費者の選好分布は3グループからなる<sup>27)</sup>。(20, 80)、(80, 60)、(20, 20)をそれぞれのグループの中心として、X、Y両軸に分散10の正規分布をとる(図3-1-2)。それぞれの中心に対応させて、消費者をグループ1、グループ2、グループ3と表記する。その他のパラメータは、Satisfactionが50から70までの整数、Searchは全て2、TryNewは0から1まで0.1刻みとなるように一樣分布させている。

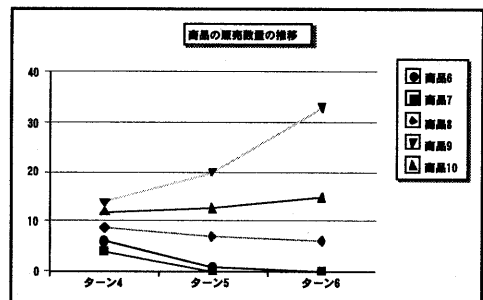
各グループは購買可能な商品群に特色を持っている。グループ1が購入対象とする商品は中心から左(X軸でマイナス方向)に約10に離れたところにある商品4と、右(X軸でプラス方向)に約20離れた商品群(商品2、商品5)と、グループ3と境界付近に存在する商品群(商品6、商品8、商品10、商品15)である。購入対象となる商品は多く出現

<sup>27)</sup> 世代や好みによって選好がグループ化していることは頻繁に見られる。ここではその状態を表現した。

<sup>28)</sup> それぞれのシミュレーションでの相違点は乱数を発生させるランダムシードのみである。



グラフ3-2-1



グラフ3-2-2

		ターン1	ターン2	ターン3	ターン4	ターン5	ターン6
購入商品無	旧	202	192	189	195	191	189
	新				111 84	119 72	120 69
総余剰		919	1198	1413	1255	1306	1421

表3-2-1

グラフ3-2-1は商品1～商品5の、グラフ3-2-2は商品6～商品10の販売数量の推移を示している。商品1から商品5は6ターン分、商品6～商品10は第4ターンからの参入であるため3ターン分の販売数量の推移が示されている。表3-2-1は商品を購入しなかった人数(ターン4以降はスペース毎)と総余剰の推移である。

まず、ターン1からターン6までを概観してみよう。スパン(各3ターン)毎に見られる明確な変化は、各スパン中継続して起こる新商品スペースでの購入商品無し者の減少と、類似の選好を持つ商品間での競争・淘汰である。

スパンの最初のターンでは、全商品が同じ露出度20%で陳列されている。いわば「玉石混交」の状態である。商品の陳列に序列が付き、人気のある「売れ筋」の商品の露出度が上昇したことで、最初のターンでは商品を見つけられずに購入できなかった潜在的消費者が自分のほしい商品を発見できるようになる。この減少は商品9というグループ2から圧倒的支持を受ける商品が存在するターン4以降の新商品スペースで顕著に見られる。

次に競争による淘汰を見てみよう。第1スパンを例に見ると、商品2と商品5のが購買可能な消費者は多数存在する。消費者は確率的に商品を検討するので、ある商品から別の商品への「鞍替え」は頻繁に起こりうる。ただし商品2→商品5への移行確率と、商品5→商品2への移行確率は等しくない。自分の商品へと消費者が鞍替えしてくれる確率は自分の商品のシェアに依存しているため、より高いシェアの商品ほど競争は有利になって行く。商品2を購入した消費者はこのメカニズムで商品5に吸い込まれていった。

ただし、この「吸い込み現象」によって、常に消費者の中心に近い商品が競争に勝つとは限らない。今回の10回の試行のうち、4回の試行では商品2が商品5との競争に勝った。商品2と商品5の間の競争では、すべての例において第1ターンの結果がそのままどちらの商品が生き残るかに直結していた。同様の結果が商品6、商品8、商品10の関係にも当てはまっている。この場合は3商品の競争だが、最終的に1つの商品に収束している。<sup>注9</sup>

この事から一つの性質が見える。「良く似た性質をもつ複数の商品が競合する時、その中の一つの商品のみが生き残る。ただしどの商品が生き残るのかを事前に予測することは出来ない。どの商品が生き残るかには、競争の初期段階での優位が決定的な影響をもつ。」<sup>注10</sup> 可能性としては、

<sup>注9</sup> 商品が3種類の場合、最終的に収束するまでのプロセスには2通りがある。いきなり1つの商品に収束する場合と、一度2種類の商品の競合状態を経て収束する場合である。

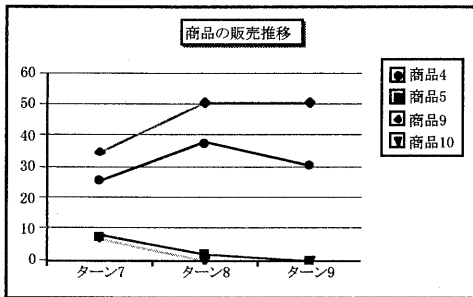
<sup>注10</sup> クルーグマン(1997)は円形の対称な空間での都市の発達モデルで同様の結論を示している。

いくつかの商品がほぼ同じシェアで拮抗しつづけることはありうる。しかしこの状態は不安定であり、僅かなノイズで安定状態である一つの商品が勝ち残る状態へと収束してしまう。

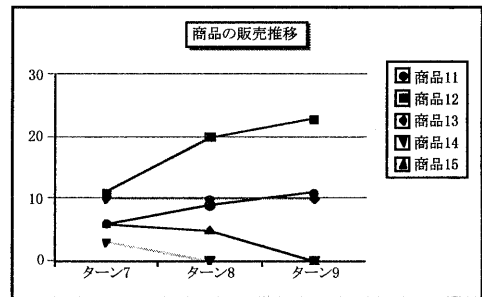
潜在的需要者の多寡、特に他の商品と競合しない潜在的消費者の多寡は商品の競争を勝ち抜く大きな要素である。商品4は競合しない潜在的消費者を数多く抱えていたため、シェアを拡大させた。

②第3スパン～第4スパン(第7ターン～第12ターン)

このスパンから、新商品の格上げが始まる。旧商品のスペースに新商品が参入した結果、一度安定した状態となった市場が再び競争で活性化することになる。

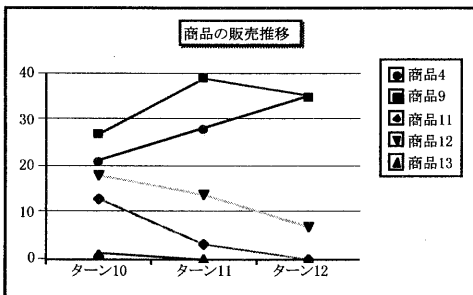


グラフ3-2-3

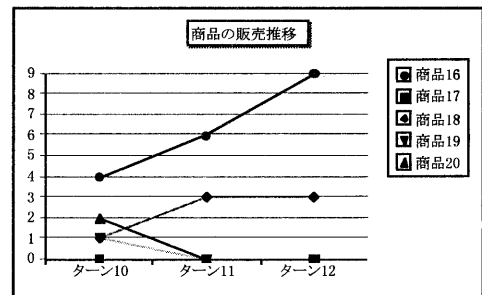


グラフ3-2-4

グラフ3-2-3が示しているように、商品1は商品の格上げが発生した時にはじき出され、ターン7からは姿をあらわしていない。このため商品9は競争相手のいない環境で需要を伸ばした。商品5と商品10は陳列スペース内での露出度が一度に下がったため、消費者に発見されない→売上を落とす→更なるシェアの低下の悪循環に陥り、淘汰されてしまった。



グラフ3-2-5



グラフ3-2-6

		ターン7		ターン8		ターン9		ターン10		ターン11		ターン12	
購入商品	旧	188	105	165	90	174	98	212	113	207	110	201	110
	新		83		75		76		99		97		101
総余剰		1673		2143		1938		1212		1356		1231	

表3-2-2

第4スパンの新しい格上げ商品はあっという間に淘汰されてしまう。競合する旧商品の無いグループ3をターゲットにした商品だった商品11、13も淘汰されてしまった。だが商品11もしくは商品13が第3スパン中に淘汰されどちらかの商品のみが格上げされた試行では、その商品は生き残れるだけのシェアを確保している。このような例が10例中6例あった。<sup>注11</sup>商品12は第12ターン時点ではすべての試行で生き残り、3例では商品9よりも高いシェアを達成している。

<sup>注11</sup> 商品11が5例、商品13が1例である。

商品16～商品20は消費者にはほとんど魅力の無い商品で、総販売量は大きく減少した。<sup>注12</sup>

### (3) 結果の検討

#### ① 結果の多様性と安定性

表3-3-1は、10回の試行中各スパンの終了時にどの商品が生き残っていたかを示したものである。結果の相違は単に収束の速度が異なるだけで、同じ結果に収束することを意味しない。商品11や13が生き残る例があるように、市場に定着する定番商品の数が異なる場合や、商品12が商品9を逆転した場合のように定番商品が入替わってしまう場合も存在する。

ターン3開始時に生き残った商品

表3-3-1

商品	1	4	5	2	3
回数	10	10	10	7	6

ターン6開始時に生き残った商品

商品	1	4	5
回数	10	10	4

ターン9開始時に生き残った商品

商品	1	4	5
回数	10	10	4

ターン12開始時に生き残った商品

商品	4	9	12	11	13
回数	10	10	10	5	1

商品9が定番商品から脱落する3例では、商品12が旧商品スペースに格上げになるまでに十分なシェアを獲得できず商品12との競争に敗れている。商品4が定番商品から脱落しなかったこと、商品9も過半数が定番商品から脱落しなかったことから帰結できることは、「一度安定した位置に定着した定番商品に取って代わるのは非常に難しい」ということである。

モデルで示された定番商品に関する性質は現実の商品にも当てはまる。即席麺や炭酸飲料の世界では、もう何十年も定番商品は変化していない。この事は一度安定した定番商品の恐ろしいまでの強さを雄弁に物語っている。

#### ② 20スパン経過後の結果

第60ターンに生き残った旧商品(棚からの排除シェア10%)

商品	選好X	選好Y	近い商品グループ	生き残った回数
4	13	80	1	3
9	81	60	2	3
35	16	23	3	3
36	76	71	2	2
43	76	71	2	3
50	29	5	3	2
60	24	49	1と3の中間	1
93	99	92	2	1

表3-3-2

第60ターンに生き残った旧商品(棚からの排除シェア5%)

商品	選好X	選好Y	近い商品グループ	生き残った回数
4	13	80	1	2
9	81	60	2	6
26	26	9	3	4
32	9	76	1	3
35	16	23	3	1
50	29	5	3	3
87	55	43	2と3の中間	1
93	99	92	2	4

表3-3-3

第4スパンまで走らせたこれまでの分析を延長し、新規参入する商品数を80追加して商品数をちょうど100として20スパン(=60ターン)走らせた(表3-3-2)<sup>注13</sup>。ランダムシードはこれまでの分析と同様である。生き残った商品数は最大3個、最低1個、平均は1.8個しかなかった。グループ1, 2, 3の全グループに一つずつの商品を現れた場合は現れなかった。

排除ルールをゆるめた場合を次に見てみる。表3-3-3を参照してほしい。最低1個、最高4個、平均して2.8個の商品が生き残った。4個が生き残った1回の試行を除いて、生き残った商品は別々のグループの近くに分布していた。4個が生き残った場合にも、3つのグループの近く全て

<sup>注12</sup> これらの商品も、各企業の視点から見れば商品開発の試行錯誤の一つに過ぎない。「どのような商品が消費者に魅力が無いか」も、実際に試さなければ分からない貴重な情報なのである。また、常に調整の過程にある状態を表現するシミュレーションでは、アウトプットがこのような中途半端とも思える状態が終了することは避けられない。これらの商品群は分析する際には無視せざるを得ないいわば「必要な無駄」であるとも言える。

<sup>注13</sup> 追加した商品の各パラメータの決定方法は最初の20商品と同じである。

に一つ以上の商品が分布していた。

「競争のプロセスの結果、さまざまな嗜好を持つ消費者にふさわしい商品が供給される」という自然と思われる結果が常に達成されるとは限らない事がわかる。消費者にとって望ましい商品も、消費者に商品の存在を充分知らしめるほどにシェアが拡大しないうちに淘汰されてしまう事がある。商店の商品排除ルールを緩めると、新規参入が起りやすく淘汰も起りにくなる。消費者には自分の好みにあった商品が見つかるという効果を、商店には売り上げ増をもたらす。商店の商品を陳列できる空間には限りがあるため、商店の規模が最終結果を大きく左右する<sup>314</sup>。

#### (4) 結論

- ・ある商品が定番商品化するかについては参入直後の需要の影響が非常に大きい。
- ・選好の近い複数の商品が競争するときには、どの商品が競争に勝ち抜くかを事前に予測するのは難しい。だが、序盤の数ターンを経過した後ならばかなりの精度で予測が可能である
- ・長期的な競争の結果、さまざまな消費者の嗜好にあった商品が商店に陳列されるとは限らない。商店の規模(排除シェアとは不の相関)の大きさが、消費者にとって望ましい結果が得られるかにとって重要な役割を果たす。

#### (5) 今後の課題

- ・このモデルは商品レベルでの競争を表現したものだった。企業概念をモデルに導入する必要がある。商品を発売する企業を明示すれば、企業が複数の商品を販売する場合をモデルでシミュレーションできる。
- ・企業の戦略に、価格戦略を組み込む。企業の価格戦略をモデルに組み込むためには、生産コストを明示的にモデルに組み込まなくてはならない。生産コストを組み込むことで企業の利益が算出でき、企業が存続不可能な価格戦略を取らなくすることができる。学習効果が働いて生産コストが低下し、多様な価格戦略が採用可能なモデルも考えられよう。頻繁に行われる浸透価格(penetration price)戦略を検討したい
- ・消費者が購入経験の無い商品の効用を商店で検討するだけでわかるという現在の想定をゆるめなければならない。また、嗜好が変化してゆく様子を組み込む必要がある。
- ・企業に、商店の情報を分析するアルゴリズムを組み込み、商品の企画へのフィードバックを行わせる。

#### [4] 参考文献

- Arthur, W. Brian, *INCREASING RETURNS AND PATH DEPENDENCE IN THE ECONOMY*, The University of Michigan Press, 1994
- クルーグマン, ポール, 『自己組織化の経済学』, 北村行伸・妹尾美起訳, 東洋経済新報社, 1997
- Krugman, Paul, "Complex Landscape in Economic Geography", *American Economic Review*, p412-415, 1994
- 塩沢由典, 『複雑系経済学入門』, 生産性出版, 1997
- , 『市場の秩序学』, 筑摩書房, 1990
- サイモン, H, A, 『人間の理性と行動』, 佐々木恒男・吉原正彦訳, 文真堂, 1984
- Simon, Herbert., A, *The Science of the Artificial*(3rd edition), MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996

<sup>314</sup> 最近のコンビニエンスストアの勢力増大はマクロレベルでの商品売り上げシェアを大きく変える可能性がある。一つ一つの商店で陳列できる商品数が少ない為、商品が売れ筋のみにギリギリまで絞り込まれるからである。その結果は消費者の選択肢が減少し、マクロレベルでの売り上げの減少につながるかもしれない。これも各主体の目的に適した行動の意図せざる結果の一つである。