

商品の追加購入を含んだ サーチ・モデルの検証

永 星 浩 一

目次

はじめに

1. 価格サーチ・モデルの拡張
 2. 連続サーチにおける買手の期待利益のシミュレーション
 - 2.1 ついでで購入を加味した連続サーチ・シミュレーション
 - 2.2 連続サーチにおいて最大期待利益に導く価格帯
 - 2.3 価格のばらつきによるサーチの有効性について
 - 2.4 ついでで購入と利益の偏り
 3. ランダムサーチにおける買手の期待利益のシミュレーション
 - 3.1 ついでで購入を加味したランダムサーチ・シミュレーション
 - 3.2 ランダムサーチにおいて最大期待利益に導く価格帯
 - 3.3 価格のばらつきによるサーチの有効性について
- おわりに

はじめに

消費者は、常にただ一つの商品を求めて買い回りを行うわけではない。また、最初の一つの商品を買うつもりで買い回りをしても、実際の購買の段階になると最初の目的だった商品以外の商品を購入することも、よくあることである。その際、「ついでに」購入される商品の価格はサーチされるわけではない。一般に、サーチコストを引き下げるものとして、大型店の品揃えや商業集積が挙げられるが、それらはあくまでも購入される商品をそれぞれメインの購入対象として扱っている。特売品や期間限定セールは、それらをメ

インの購入対象として客を惹き付け、ついでの商品購入を狙ったものとも言える。もし、大部分の消費者が「安い商品のみ」購入するとしたら、孤立した立地にある商店¹⁾でない限り、特売は意味のないものになるだろう。

「ついでに」購入される商品を購入するか否かが、その商品に関する留保価格だけを基準に決まっているのであれば、売り手の利益に影響を与えるとは考えにくい²⁾が、主目的である商品のサーチ結果により、幸運にも留保価格を大きく下回って購入できた消費者が、その余剰をついでの購入に充てるとしたら、この余分な購入が売手の利益に与える影響は無視できない影響を持つかもしれない。本稿では、価格のばらつき²⁾の原因と考えられる買い回り行動が、価格帯の異なる売手の利益にどのような影響を及ぼすのか、また、その結果売手の価格戦略にどのような影響を与えるのかについて、購入段階での「ついでの購入」という概念を導入してシミュレーションを行い、明らかにしていく。

1. 価格サーチ・モデルの拡張

価格サーチ・モデルとして Stigler (1961) モデルを「ついでの購入」を含んだモデルに拡張する。以下がその仮定である。「ついでの購入」を意味する (i) 以外の仮定はオリジナルと同じものである。

(i) 買手は、メインの 1 商品を購入する準備があるが、それ以外の商品を購入する可能性もある。メインの購入対象 x_m についてサーチし、それ以外の商品 x_a については、サーチを行わず、「ついでに」購入される。

(ii) 買手は、買いまわりに先立って、ある価格の分布を想定しているが、ど

1) サーチコストが大きいため、価格のばらつきが大きな商品に関してもサーチが起りにくい。

2) 現実の市場で一物一価からの乖離が維持される状態。

の売手が安い価格であるのか知らない。

- (iii) 買手は、買いまわりに先立って、最適な買いまわり回数を決定する。
- (iv) 買手はリスク中立であり、期待利得とコストとの比較で意思決定する。
- (v) 売手の提示価格は0から1までの間で一様に分布している。

さらに仮定(i)は、ついでに購入されるものについて、サーチにより購入するとトータルで負担が少なくなる可能性があっても、サーチを行わないという仮定である。ついでに購入される商品 x_a は、メインの購入対象 x_m とは異なる価格分布をしており、必ずしもメインの購入対象が安いからといって、ついでに購入される商品も安いわけではない。したがって、いかなる価格であってもついでに購入されるというわけではない。

売手の価格が0から1にかけての一様分布の時、サーチによってより多くの売手を回ることでより低い価格の売手にたどり着ける可能性が高くなる。 n 回のサーチの結果として買手がたどり着くことが期待される価格の分布は $(n+1)(1-p)^n$ とあらわされ³⁾、買手の期待最低価格は $1/(n+2)$ となることが分かっている。

メインの購入対象について最適サーチが行われる際の期待最低価格を留保価格とみなすと、実際に購入できた価格との差は個別の消費者余剰である。ついでに購入される商品は、単独に最適サーチを行う際の期待最低価格を下回るときはついでに購入されるが、それを上回る場合も、メインの商品からの余剰が0になるまでついでに購入されるものと仮定する。このことは、メインの購入対象とサブの購入対象トータルで期待最低価格を下回れば良いとすることであり、仮定(iv)のリスク中立性が購買商品トータルで効いていることを意味する。

3) Stigler (1961). p は価格を意味する。

ついでに購入される商品の留保価格を p_a^r とおくと、以下のように表すことができる。

$$p_a^r = \frac{1}{n_s^* + 2} + \left(\frac{1}{n_m^* + 2} - p_m \right) \quad (1.1)$$

ここで、 p_m はメインの商品を実際に購入する価格、 n_m^* はメインの商品の最適サーチ回数を意味し、 n_s^* はついでに購入する商品の最適サーチ回数を意味する。

ついでに購入される商品については、見かけ上の留保価格が、メインで購入される商品の、実際の購入価格 p_m によって異なる。

メインの購入対象の最適サーチ回数については、1サーチあたりの価格低下幅とサーチの限界費用の比較によって決まるものとする。前述の仮定の下で1サーチあたりの価格低下幅は $1/(n+2)(n+3)$ であり、サーチの限界費用が一定の値 k (買手により異なる) と考えると、最適サーチ回数は、これらを等号で結び n について解いた形になる。

$$n^* = \frac{-3 + \sqrt{1 + \frac{4}{k}}}{2} \quad (1.2)$$

式 (1.2) はサーチ回数が実数で求まるが、実際のサーチは実数回行うことはできない。したがって最適サーチ回数は (1.2) の小数部を切り上げた数になる。

永星 (2007) において、単独の購入対象に関して、隣り合う売手を順にサーチする「連続サーチ」と、売手群の中からランダムにピックアップする「ランダムサーチ」に分け、価格のちらばり具合が獲得される買手数にどのような影響を与えるのかシミュレーションによって解明した。その結果、十分にサーチが行われるようなケースにおいて、売手にとって期待利益の最も

高い価格帯が、低価格帯に存在する⁴⁾ことが示された。連続サーチの場合、局所的な傾向として、価格の偶然の並びによって価格帯別の期待利潤に偏りが生じる可能性⁵⁾があることがシミュレーションによって確かめられた。一方、ランダムサーチのシミュレーションでは、このような局所的な偏りに起因する価格帯の期待利益における逆転現象がほとんど見られない。

連続サーチは、実際の店舗を買いまわる消費者のサーチ行動を想定しており、他方ランダムサーチはインターネットにおける検索（サーチ）を擬したものである。検索は、売手の立地の意味での偶然の並びは期待利益に何ら影響を与えない。しかし、実際に順に店舗を買いまわるサーチ行動では、局所的な偶然の並びが売手の期待利益に与える影響は無視できないことが確かめられた。この傾向に対して、ついでで購入という概念を導入したシミュレーションでは、どのような変化がもたらされるのかを確認することが、本モデルの目的である。

買手のサーチコスト k は買手の性質を規定するものである。買手が一律に同じサーチコストである場合は、買手が同質であることを意味し、一定に分布を示すときは、買手は同質ではなく、機会費用が異なっていることを示す。ただし、ここでは同一の買手であればメインの購入対象の商品とついでに購入される商品との間で k の差異はないものとする。したがって $n_s^* = n_m^*$ であるので、式 (1.1) は以下ようになる。

$$p_a^r = \frac{2}{n_m^* + 2} - p_m \quad (1.3)$$

したがって、特定の消費者がついで買いを行うことによって、以下の条件

4) 必ずしも最低価格でない。

5) 価格の並びにおいて、両隣が偶然相対的に高い価格の売手に挟まれるケースが多い場合、高価格帯であっても期待利益が高くなるケースが存在する。

式で表されるケースで消費者余剰の一部が買手に移転されることになる。 p_a はついで買い商品の価格である。

$$\frac{1}{n_s^* + 2} < p_a \leq \frac{2}{n_m^* + 2} - p_m \quad (1.4)$$

このケースで移転される消費者余剰は以下の式で計算される。

$$p_a - \frac{1}{n_s^* + 2} \quad (1.5)$$

シミュレーションを行うにあたって、買手のサーチコスト k の分布によって結果が異なることを意識した上で、幾つかのケースについて試行を行い、差異を見ていくことにする。

2. 連続サーチにおける買手の期待利益のシミュレーション

2.1 ついででの購入を加味した連続サーチ・シミュレーション

モデルにおける売手の価格分布は標準化された $[0, 1]$ の一様分布と定義されている。表計算ソフトの乱数発生関数⁶⁾を用いる。本シミュレーションでは200名の売手を想定し、ワークシート E 列および F 列の200行にわたり、メインの購入対象となる商品と、ついでに購入される商品の各売手の価格を発生させる⁷⁾。これと平行に A 列および B 列に200行分をとり、E 列、F 列の価格にしたがって条件付書式により、高価格・中価格・低価格に3区分⁸⁾して背景を網掛けされるようにする。セルの値としては、シミュレーションによって、この売手で実際に購入してくれた買手の数が入ることになる。

6) Excel の VBA における 0 以上 1 未満の一様乱数を発生させる関数 Rnd()を用いる。

7) 付録 a を参照。

8) 0~0.33 は白、0.33~0.66 を網掛け、0.66~1 を黒地で表す。付録 f を参照。

サーチコスト k も価格と同様、はじめは標準化された $[0, 1]$ の一様分布と定義されている。ただ、よりサーチがより熱心に行われるケースをみるため、倍率 α ($0 < \alpha \leq 1$) をかけてシミュレーションを行う。例えば $\alpha = 0.5$ の場合、 k は $[0, 0.5]$ の一様分布になる。

買手は1000人いるものとし、それぞれが前述のようにサーチコスト k によって特徴付けられることになるが、サーチは200の売手のどこからでも開始されるように起点がランダムに設定される。そして、式によって計算されたサーチ回数+1店の売手⁹⁾を起点から行の方向に順番に¹⁰⁾比較する。比較した中で最低価格の売手に、獲得された買手として列Aの値として1つ加算される¹¹⁾。

つぎに、商品 x_a について、ついでで購入が起こるかどうかの検討である。商品 x_a の見かけ上の留保価格は式 (1.3) であり、商品 x_a の価格がこの式の値を下回るか等しいとき、ついでに購入するものと考えられる。

買手は1000名であるので売手あたり平均5名の買手となるが、実際にシミュレーションを行うと偏りが見られる。C列はE列(価格)×A列(客数)+F列(価格)×B列(客数)で、その売手の利益額である。また、D列は、サーチ0で偶然訪れて客となったものではなく、サーチの結果として訪れた客の数である。

ついでで購入を想定しないモデルでは、図2-1のように $\alpha = 1$ のケースでは、シミュレーション結果¹²⁾としては、十分にサーチが行われないため、最高価格で期待利益が高くなるという傾向がある¹³⁾。しかし、ついでで購入

9) 最初の1店はサーチ回数とカウントしないので、観察する買手の数はサーチ回数+1。

10) 隣の売手に順次移動してサーチするサーチ法で、連続(シーケンシャル)・サーチである。

11) 付録bを参照。

12) 永星(2007)

13) 最高価格帯以外で期待利益が最大になるケースは2割程度しか出現しない。

図 2-1 メイン購入のみの期待利益例

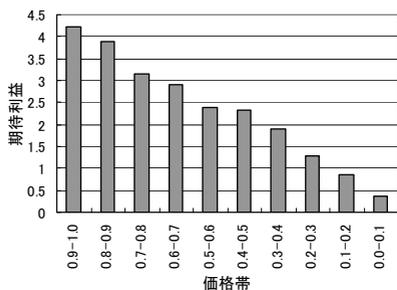
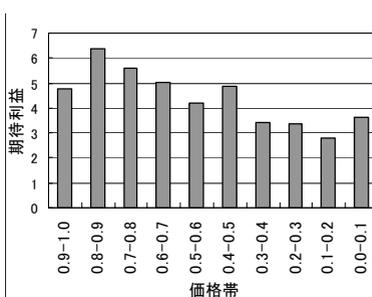


図 2-2 ついでで購入を入れた期待利益例



が行われるケースでは、図 2-2 のように同様の単調なケース以外に高価格寄りの、必ずしも最高価格でない価格帯で期待利益¹⁴⁾が最も大きくなる可能性が高くなる事が確認できる¹⁵⁾。最高価格帯では留保価格が高い買手が多いため、ついでに購入される可能性も高くなるが、少数派とはいえサーチの末、訪れる客が多くの場合⁰である。最高価格ではないが、高価格帯にある売り手は同様に、ついでに購入の可能性が高いが、偶然の並びによって、サーチ客を惹き付ける可能性がある。表 2-1 はそのような局所的なサーチ客の存在する準高価格帯（最も高い売手について高い価格帯）の売り手の例である。ついでに購入による利潤に加え、サーチ客および、そのついでに購入による利益が高く、結果として高い期待利益につながる事が分かる。

表 2-1 の列は、左から順番に、メインの購入対象の獲得客数、ついでに購入の客数、店の利益、客のうちサーチによってたどり着いた客の数。メインの購入対象の価格、ついでに購入対象の価格である。

矢印で示した売手の価格帯¹⁶⁾は、高価格から 2 番目に位置する 0.8-0.9 で

14) ある価格帯の総利益をその価格帯の売手総数で割ったもの。価格帯別の平均的な利益額である。

15) シミュレーション結果では、ついでに購入がある場合、逆に 8 割程度が最高価格帯以外で期待利益が最大となる。

16) 付録 f 参照。

表 2-1 準高価格店のサーチ客

メイン	ついで	利益	サーチ客数		
6	4	2.04	2	0.11	0.351
10	8	9.37	2	0.44	0.616
1	1	1.84	0	0.94	0.906
4	3	4.06	1	0.9	0.157
9	6	11.9	3	0.87	0.681
6	4	1.73	4	0.08	0.307
2	1	1.69	1	0.53	0.631
3	3	2.98	0	0.7	0.291
5	4	3.14	2	0.3	0.412

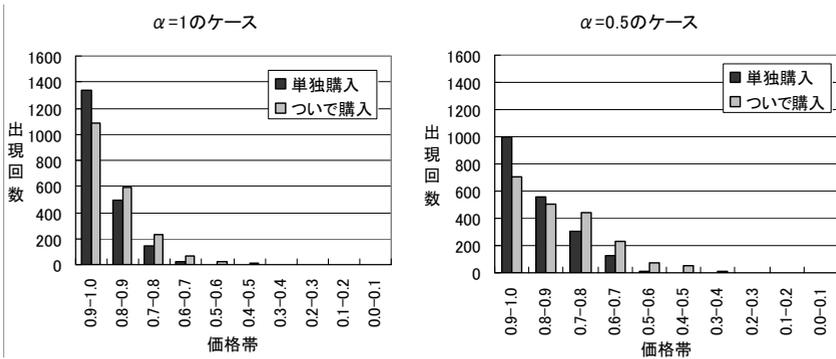
ある。この売手は比較的高価格帯であるにもかかわらず、めぐまれた立地¹⁷⁾のおかげでサーチ客を3人も獲得し、ついでで購入と合わせて11.9という非常に高い利益を獲得している。このような売手の存在が、準高価格帯の期待利益を押し上げている。ちなみに、最高価格帯の売手の場合、偶然訪れたサーチをしない客のみ獲得し、サーチ客をほとんど獲得していない。最高価格帯の売手の期待利益が最も高くなる例では、上で示した準高価格帯の売手が運悪くサーチ客を獲得できていないケースである。

2.2 連続サーチにおいて最大期待利益に導く価格帯

さて、このシミュレーションを繰り返すと、前述の傾向が常に出現するわけではないことが分かる。ついでで購入のシミュレーションでも、時々、最高価格の価格帯が最大利益となることも観察できる。また、最初に与える価格のばらつきを、全く新しいものにする、傾向が強まったり弱まったりする。そこで、全般的な傾向を見るために、このメインの購入のみのサーチと、

17) サーチの上流に位置する隣に自分よりも高価格な店が連続して存在している。

図 2-3 価格帯別の最大期待利益の出現頻度 ($\alpha = 1$ および $\alpha = 0.5$)



ついで購入も含んだサーチの2通りについて、一つの価格のばらつきに対して100回、価格のばらつきは20回更新することで、計2000回シミュレーションして集計を行った¹⁸⁾。

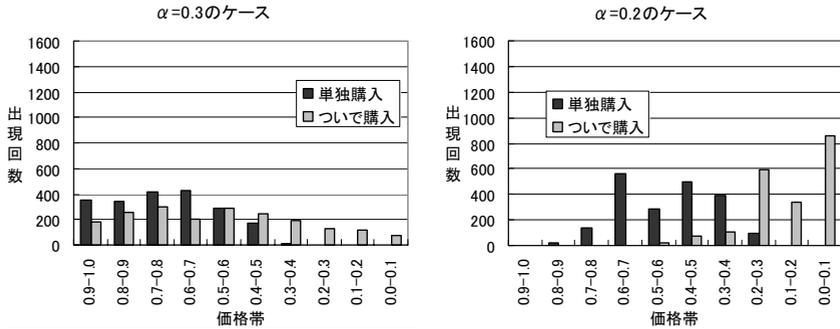
まず、図 2-3 における $\alpha = 1$ および $\alpha = 0.5$ のケースであるが、最も高い価格帯 (0.9-1.0) が最も高い期待利益を獲得する頻度が高いものの、メインの購入対象のみのサーチよりも、ついで購入も含んだサーチの方が、より低い価格帯の売手を有利にしていることが分かる。

$\alpha = 0.5$ のケースは $\alpha = 1$ のケースに比べ、最大期待利益の出現がより低い価格帯にシフトする分、出現回数が平均化する傾向がある。

図 2-4 は、 $\alpha = 0.3$ および $\alpha = 0.2$ のケースである。いずれも、最も高い価格帯以外の売手が最頻値になっており、サーチ回数が増える (α の値が小さくなる) につれ、最大期待利益の分布が次第に低価格帯にシフトしていることが分かる。

ここでも前述の傾向が確認できる。ついで購入を含むサーチは、メイン

18) 付録 e 参照。

図 2-4 価格帯別の最大期待利益の出現頻度（ $\alpha=0.3$ および $\alpha=0.2$ ）

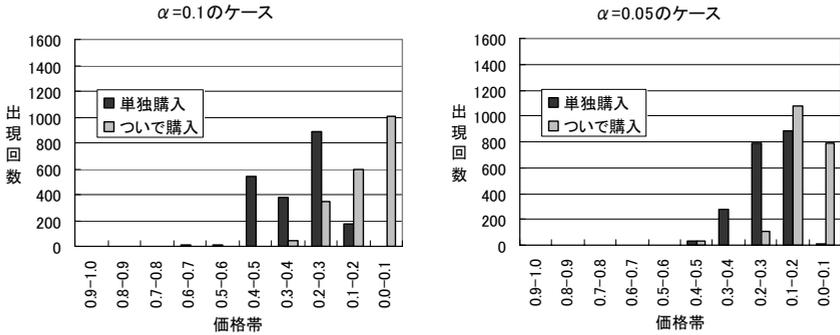
の対象の単独購入のサーチに比べ、より低い価格帯に利益をもたらしていることが分かる。ついで購入には、メインの購入対象の留保価格よりも、十分低い購入価格の場合、その個別の消費者余剰がついで購入に回される¹⁹⁾わけであるから、より低い価格帯の売手の方が、より高価なついで購入を行う可能性が高いことになる。このことは、低価格戦略をとることにメリットを生じさせる。

ただし価格帯によっては、出現頻度に落ち込みが見られる。 $\alpha=0.3$ におけるついで購入の0.6-0.7、 $\alpha=0.2$ におけるメインのみ購入の0.5-0.6、ついで購入における0.1-0.2である。このことは、最大期待利益の拡大局面においても、単に価格帯を下げることで最大利益の可能性を上げることができない可能性を示している。

ついで購入が、実際に特卖などで期待される購入形態であることは言うまでもない。しかしながら、出現頻度に落ち込みの可能性がある以上、わずかな価格の違いによって、その効果の出方に差が生じ得るのである。この傾

19) ついで購入対象の購入可能な価格範囲が広がる。

図 2-5 価格帯別の最大期待利益の出現頻度 ($\alpha=0.1$ および $\alpha=0.05$)



向は、サーチがさらに多いケースでも見られる（図 2-5 参照）。

2.3 価格のばらつきによるサーチの有効性についての購入

最大期待利益の頻度については前述のような傾向が見られるのであるが、実際の期待利益は、最初に与えられた価格のばらつきによって、偏りが生じる。たとえば、メインの購入のみの $\alpha=0.5$ のケースにおけるシミュレーション結果は以下の表で与えられる。

表 2-2 において枠で囲まれた数字が各ケースの最大数であり、ケース 6 を除くほとんどのケースで最高価格帯が最頻出になっている。

これに対して、ついての購入も含む $\alpha=0.5$ のケースにおけるシミュレーション結果は表 2-3 で与えられるが、このケースごとに異なる価格のばらつきを発生させたシミュレーション結果において、いくつかの偏りが見られる。もっとも多く最大期待利益を生じた価格帯は 0.9-1.0 であるが、ケース 1 では、価格帯 0.6-0.7 の価格帯で最大利益を上げやすい結果となっており、ケース 8 およびケース 18 では、価格帯 0.7-0.8 で約 5 割の確率で最大利益をあげている。この $\alpha=0.5$ は比較的サーチが行われにくいサーチコスト²⁰⁾で

表 2-2 メインの購入のみ $\alpha=0.5$ の最大期待利益の価格帯別出現頻度
 $\alpha=0.5$

価格帯	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	ケース9	ケース10	ケース11
0.9-1.0	60	57	59	43	45	31	43	61	44	44	49
0.8-0.9	28	25	32	37	38	38	38	18	19	17	32
0.7-0.8	11	16	5	8	14	28	17	18	35	5	11
0.6-0.7	1	1	4	12	2	3	1	3	2	32	7
0.5-0.6		1			1		1			2	1
0.4-0.5											
0.3-0.4											
0.2-0.3											
0.1-0.2											
0.0-0.1											
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
価格帯	ケース12	ケース13	ケース14	ケース15	ケース16	ケース17	ケース18	ケース19	ケース20	計	
0.9-1.0	46	48	62	44	62	57	48	46	55	998	
0.8-0.9	26	33	25	21	25	27	25	35	21	557	
0.7-0.8	26	13	11	4	11	13	26	17	16	310	
0.6-0.7	2	3	2	30	2	3	1	1	7	122	
0.5-0.6		3		1				1	1	13	
0.4-0.5										0	
0.3-0.4										0	
0.2-0.3										0	
0.1-0.2										0	
0.0-0.1										0	
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	

あってもサーチが有効に機能しうる売手の価格の並びが存在することを意味する。

メインの購入対象のみのケースで、表 2-2 のケース 6 のようなシミュレーション結果が生じるには、0.6-0.7 の価格帯の売手が、サーチの上流側²⁰⁾により高い価格帯の売手を持ったパターンが多く、上流側からのサーチ客をほとんど惹き付けることに加え、下流側にもより高い価格帯の売手を持つこ

20) 1000 人の買手のうち 670 人程度がサーチ 0 回。サーチ 1 回の買手が 150 人程度というサーチ回数の低いシミュレーションとなっている。

21) サーチは一方向に流れると仮定したので、その一つ前の売手のことを上流側と表現する。

表 2-3 ついでで購入を含む $\alpha=0.5$ の最大期待利益の価格帯別出現頻度
 $\alpha=0.5$

価格帯	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	ケース9	ケース10	ケース11
0.9-1.0	21	42	26	13	40	30	51	23	26	23	40
0.8-0.9	26	44	14	54	18	33	16	15	10	36	8
0.7-0.8	14	2	36	9	31	24	26	53	39	14	25
0.6-0.7	36	3	19	22	7	7	3	8	24	16	16
0.5-0.6	1	1		2	4	4	2		1	6	3
0.4-0.5	1	8	4			2	2	1		5	6
0.3-0.4	1		1								2
0.2-0.3											
0.1-0.2											
0.0-0.1											
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
価格帯	ケース12	ケース13	ケース14	ケース15	ケース16	ケース17	ケース18	ケース19	ケース20	計	
0.9-1.0	28	56	29	32	22	66	29	58	50	705	
0.8-0.9	27	20	28	30	47	19	18	8	31	502	
0.7-0.8	39	13	17	2	21	4	47	15	8	439	
0.6-0.7	2	3	11	30	3	3	2	3	9	227	
0.5-0.6	3	7	14	5	6	6	2	5		72	
0.4-0.5		1		1	1	1	2	11	2	48	
0.3-0.4	1					1				6	
0.2-0.3			1							1	
0.1-0.2										0	
0.0-0.1										0	
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	

とで、サーチ 2 回以上の買手を引き戻すことが十分条件となる。

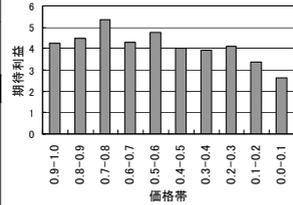
ついでで購入という以外に条件が同じ、表 2-3 における最頻値のばらつきは、ついでで購入が、より低い価格の売手にとってサーチ客からもたらされる利益が大きいことを意味し、サーチの有効性を高めていることを示している。

2.4 ついでで購入と利益の偏り

通常、シミュレーションは多数回の試行によって偶然の偏りを排して行われなければならない。本稿もサーチ行動の傾向を見る上ではその原則に従っ

図表 2-1 ついででの購入が結果を押し上げる例（ $\alpha = 0.5$ ）

価格帯	客数	価格帯別利益	売り手数	実質売り手数	平均利益	破産率	期待利益
0.9-1.0	74	98.140693	23	22	4.460941	4%	4.266987
0.8-0.9	57	76.161719	17	17	4.480101	0%	4.480101
0.7-0.8	54	74.736952	14	14	5.338354	0%	5.338354
0.6-0.7	129	129.03493	30	30	4.301164	0%	4.301164
0.5-0.6	92	95.432627	20	20	4.771631	0%	4.771631
0.4-0.5	140	120.2933	30	29	4.148045	3%	4.009777
0.3-0.4	78	54.793444	14	14	3.913817	0%	3.913817
0.2-0.3	85	49.390663	12	12	4.115889	0%	4.115889
0.1-0.2	128	67.453702	20	20	3.372685	0%	3.372685
0.0-0.1	163	52.887326	20	20	2.644366	0%	2.644366
計	1000	818.32536	200	198			



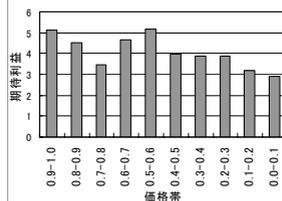
てシミュレーションを行い、分析をしている。ただ、いくつかの局所的な現象の中には、可能性の問題として、現実の買いまわり行動およびそれによって影響を受ける買手の利益の有りようを示唆してくれるものがあるのも事実である。したがって、敢えて偶然の偏りと断った上で、傾向とみなすことはできないものの、シミュレーションの結果得られるいくつかの現象を、現実の買いまわり行動と対比させながら解釈してみよう。

いくつかのシミュレーション例を取り上げてついででの購入の効用を見ることとしよう。 $\alpha = 0.5$ でついででの購入があるケースで、図表 2-1 のような結果が得られる。この α の値における最大期待利益の最頻値の価格帯は 0.9-1.0 であるが、この例では価格帯 0.7-0.8 の期待利益が最大となる。ここで、この売手自体の数は 14 と少なく、その客数は 54 で最も少ない。また、サーチによって訪れた客数は 4 と少数である²²⁾。期待利益の 5.34 のうち、ついででの購入による利益は 2.49 であり、47% を占めている。この例におけるついででの購入による平均的な利益が 1.94 であるので、これらの売手の利益は、ついででの購入から得られたものであることがわかる。

22) このケースでのサーチ客総数は 303 である。14 人の売手の平均的なサーチ客数は 21 である。

図表 2-2 サーチ客のついで買いが結果を押し上げる例 ($\alpha=0.5$)

価格帯	客数	価格帯別利益	売り手数	実売売り手数	平均利益	破産率	期待利益
0.9-1.0	82	117.68079	23	23	5.116556	0%	5.116556
0.8-0.9	58	76.956759	17	17	4.526868	0%	4.526868
0.7-0.8	37	48.617822	14	14	3.472702	0%	3.472702
0.6-0.7	133	139.56208	30	30	4.652069	0%	4.652069
0.5-0.6	100	103.04589	20	20	5.152295	0%	5.152295
0.4-0.5	137	119.53306	30	30	3.984435	0%	3.984435
0.3-0.4	83	54.560425	14	14	3.897173	0%	3.897173
0.2-0.3	78	46.402012	12	12	3.866834	0%	3.866834
0.1-0.2	128	64.033299	20	20	3.201665	0%	3.201665
0.0-0.1	164	58.173334	20	20	2.908667	0%	2.908667
計	1000	828.56547	200	200			



このように、ついでに購入される商品の価格のばらつきが、サーチ活動とは無関係に利益の偏りを生じさせる可能性がある。

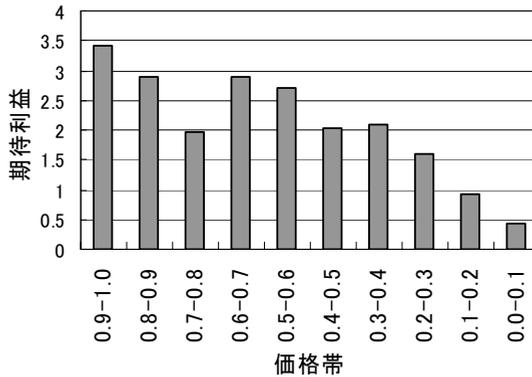
図表 2-2 は、前述の例と同じ価格分布に対して異なるサーチ・シミュレーションを行った結果得られたものである。ここでは 0.5-0.6 の価格帯の売手が最大利益となっている。売手の数は 20、客の総数は 100 でいずれも平均値である。サーチ客の総数は 320 人で、当該価格帯の売手のサーチ客は 22 人でうち少なくとも 7 人がついででの購入をおこなっている²³⁾。

この図表 2-2 のシミュレーション結果から、ついででの購入利益を除いて価格帯別の期待利益を計算したものが図 2-6 である。図 2-6 によると、価格帯 0.6-0.7 の売手の期待利益は 1 番目から 3 番目におちる。元々、ついででの購入による利益が少ない高価格帯に属する売手の期待利益が相対的に増していることが分かる。

このように、価格のばらつきがまったく同じ例によるシミュレーションでも、ランダムに開始される買手のサーチによる利益のあらわれ方は、個別の

23) Σ (サーチ客数-メインの購入者数+ついででの購入者数) で計算する。たとえば、サーチ客数が 3 でメインの購入者数が 4 でついででの購入者数が 3 の場合、少なくとも $3-4+3=2$ のサーチ客がついででの買い物をした計算になる。この集計結果が 7 である。

図 2-6 ついでで購入を除いた利益



試行レベルでは大きな傾向を除いて細部では差異が見られる。その差をもたらすものは、偶然の偏り以外に買手によるサーチやついでで購入などが直接影響を及ぼすか、もしくは偶然の偏りを増幅する形で影響を及ぼす。

3. ランダムサーチにおける買手の期待利益のシミュレーション

3.1 ついでで購入を加味したランダムサーチ・シミュレーション

シミュレーションのアルゴリズムは連続サーチと同じものを用い、1000人の買手 (1.2) が、式によって計算されたサーチ回数+1店の売手を、200人の売手の集合からランダムに比較する。比較した中で最低価格を付けていた売手から、メインの購入商品を購入し、ついでに購入する可能性のある商品 x_a については、見かけ上の留保価格 (式(1.3)) を下回るときに購入するというルールでプログラムを組みかえる²⁴⁾。

図 3-1 および図 3-2 は、サーチコスト $\alpha = 1$ のシミュレーション結果

24) 付録 c 参照。

図 3-1 メイン購入のみの期待利益例

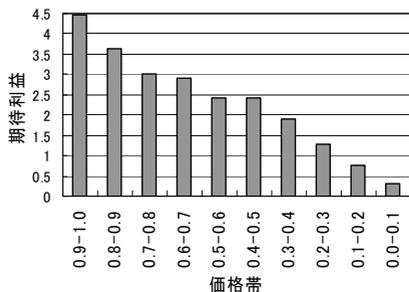
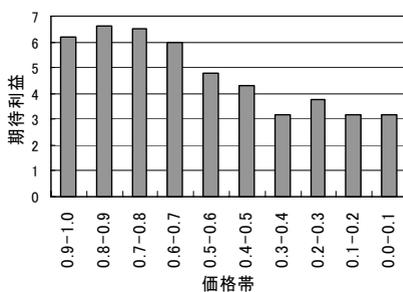


図 3-2 ついでで購入を入れた期待利益例



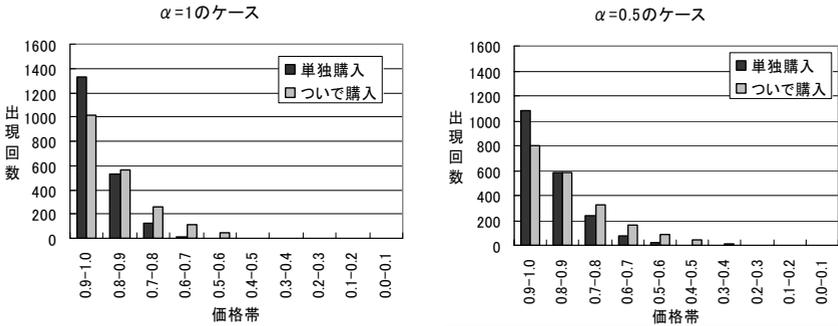
の例を挙げたものである。いずれのケースも、図 2-1 および図 2-2 で示された連続サーチの場合に似た形状を示している。図 3-1 のメインのみ購入のケースに比べ、ついでに購入による利益が、すべての売手に利益をもたらしているが、より低い価格帯の売手において、その追加的な利益の恩恵が大きいように見える。

また、この個別の結果では、図 2-1 および図 2-2 との比較で、最大期待利益に関して、ランダムサーチのほうが連続サーチよりもより高い期待利益であるように見えるが、これは以下で述べる繰り返しシミュレーションの結果で確認する必要がある。

3.2 ランダムサーチにおいて最大期待利益に導く価格帯

連続サーチの場合と同様に、このシミュレーションは試行毎に異なるパターンが現れる。したがって、ここでは最大利益の価格帯がどこになるかという点に絞って繰り返し試行を行うことにする。メインの購入のみのサーチと、ついでの購入も含んだサーチの 2 種類の集計を各 2000 回、計 4000 回試行することで傾向をグラフ化した。

最初に $\alpha = 1$ および $\alpha = 0.5$ のケースである。ランダムサーチにおいても、

図 3-3 価格帯別の最大期待利益の出現頻度（ $\alpha = 1$ および $\alpha = 0.5$ ）

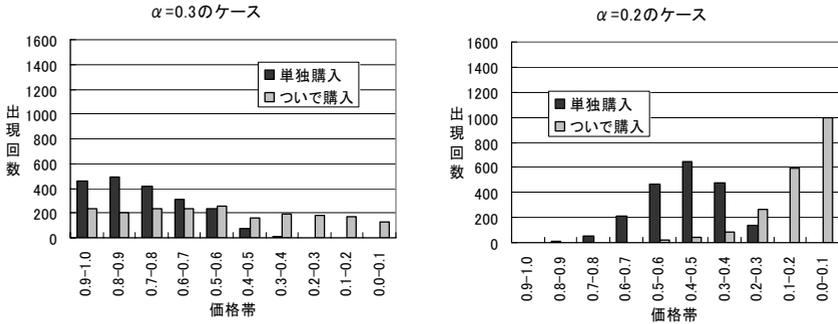
最も高い価格帯（0.9-1.0）が最も高い期待利益を獲得する頻度が高いものの、メインの購入対象のみのサーチよりも、ついでで購入も含んだサーチの方が、より低い価格帯の売手を有利にしていることが確認される。連続サーチと比較すると、 $\alpha = 1$ のケースではほとんど差が見られない。これは、 $\alpha = 1$ がほとんどの買手²⁵⁾がサーチ回数0のケース、すなわちランダムに起点と決めた店で購入を行うという意味で同程度に無作為に選択する意味合いが高いケースと考えられるからである。

一方、 $\alpha = 0.5$ のケースでは、図 2-3 との比較で若干の差異が認められる。それは、ランダムサーチのシミュレーションの方が、より高価格な売手の最大利益出現率がより高くなる傾向である。

$\alpha = 0.3$ および $\alpha = 0.2$ のケースは図 3-4 で示される。いずれも、最も高い価格帯以外の売手が最頻値になっており、サーチ回数が増える（ α の値が小さくなる）につれ、最大期待利益の分布が次第に低価格帯にシフトしていることが分かる。

25) 約 820 人。

図 3-4 価格帯別の最大期待利益の出現頻度 ($\alpha = 0.3$ および $\alpha = 0.2$)



また、ついで購入を行う $\alpha = 0.3$ のケースでは、“ほぼ” 均等に最大利益が出現している。連続サーチのケース (図 2-4) でも同様の傾向が出ているが、ランダムサーチの方がより平準化されていることがわかる。この状態は、もっとも不確実性が大きく、どの価格帯が最も高い期待利益であるかを考えるという売手にとって戦略をたてることが困難であることを意味する。

売手にとってどの価格帯も等しく最大の利益をもたらす可能性があるため、売値を決定することが困難になるようなサーチコストの分布が存在する。

本稿では $[0, 1]$ という標準化された一様分布のサーチコストの倍率 α で特徴付けられたサーチコストの分布で $\alpha = 0.3$ 前後にこの点が存在していることを示した。

さらに注目すべきことは、 $\alpha = 0.2$ のケースにおいて連続サーチの結果で見られた出現頻度の突然の落ち込みがランダムサーチの結果では見られないことである。ランダムサーチの場合、わずかな価格の違いであっても、最大期待利潤を増加させる方向での変化であれば、効果をあげることが期待できるということである。すなわち、連続サーチでは、価格やサーチコストにお

ける偏りに加えて、偶然の売手価格の並びによって偏りが生じ、前者の偏りを増幅しているのである。ランダムサーチでは、偶然の売手価格の並びはある買手に関してのみ有効であり、それ以外の買手には無関係である。したがって、ランダムサーチによって解消される「偶然の並び」という要素が個別的・局所的のみならず、サーチ活動自体に影響を及ぼしているということが推測されるのである。

実際に店舗を構えて販売をするケースでは、立地による影響が避けられない。それはアクセスの便以外に、固定的なライバルの存在が売り上げを左右する。一方、ネットショップは、その時々でライバルが一定しておらず、様々なパターンで売り上げに影響を与えるという意味で、順番はニュートラルである。したがって、売手は自らの商品価格とその商品を欲する買手のサーチコスト、および自らのサイトを訪れるコスト²⁶⁾を考慮することで戦略を立てることが可能である。

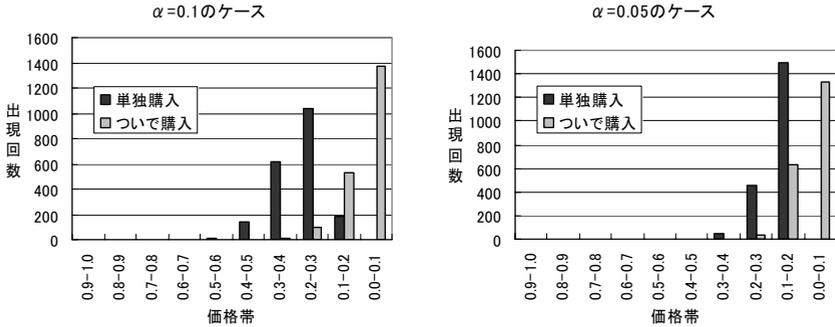
$\alpha = 0.1$ および $\alpha = 0.05$ というサーチが十分に行われるケースにおいても前述の傾向が見られる。連続サーチとの対比で、ランダムサーチの方がより低価格帯に最大利益が偏って出現することが確認できる。ここでも固定的な並びという偶然性を排除することで不確実性が減少している。

図3-5の結果は、サーチコストが小さく十分にサーチが起こり²⁷⁾、複数の売手が比較された上で最も安い売手が客を確保できる状態を示している。ここで、0.0-0.1の価格帯の売手が最大利益となるのは、ついでに購入が行われるケースで出現回数が最大となることである。他方、メインの購入対象のみ購入するパターンでは、0.0-0.1の価格帯は最大利益がほとんど出現し

26) 一般にネットショップをサーチするコストは0または非常に小さいと思われているが、ネットショップが少なかった時代はともかく、無数のショップが存在する現在においては、買手のサーチコストは非常に大きくなっている。売手にとっては、バーチャルモールに登録し、検索サイトで上位にヒットするためにコストをかけることが必須になっている。

27) すべてがサーチ1回以上である。

図 3-5 価格帯別の最大期待利益の出現頻度 ($\alpha=0.1$ および $\alpha=0.05$)



ていない。このことは、特売品の存在自体が、ついでで購入を期待した売り方であるということと合致する。

この他、サーチ回数が8回以上で分布するような $\alpha=0.01$ のケースでは、0.0-0.1の価格帯の売手が最大利益となる頻度が最も高くなる。

3.3 価格のばらつきによるサーチの有効性とついでで購入

表3-1は、メインの購入のみの最大期待利益の出現分布である。連続サーチの結果(表2-2)と比べると、最大の価格帯はすべて0.9-1.0に集中している。最初に与えた価格のばらつきの偶然によって、この結果に偏りが生じている。

表3-2は、ついでで購入も含む $\alpha=0.5$ のシミュレーション結果であるが、ここではいくつかの偏りが見られる。もっとも多く最大期待利益となった価格帯は0.9-1.0であるが、ケース3では、価格帯0.7-0.8の価格帯で最大利益の頻度が最も高い。他にも、最頻値が0.9-1.0の価格帯でないケースが見られるが、連続サーチのシミュレーションと決定的に異なるのは、ランダムサーチの場合、売手の並び自体に意味がないということである。したがって、ここで生じている偏りは、偶然の売手数の価格帯による偏りおよび買手

表 3-1 メインの購入のみ $\alpha=0.5$ の最大期待利益の価格帯別出現頻度
 $\alpha=0.5$

価格帯	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	ケース9	ケース10	ケース11
0.9-1.0	59	59	46	52	53	53	53	64	59	50	42
0.8-0.9	33	31	33	26	25	24	29	23	29	36	29
0.7-0.8	4	7	15	13	19	13	13	11	9	12	14
0.6-0.7	4	3	5	7	3	9	3	2	1	2	13
0.5-0.6			1	2		1	2		2		1
0.4-0.5											1
0.3-0.4											
0.2-0.3											
0.1-0.2											
0.0-0.1											
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
価格帯	ケース12	ケース13	ケース14	ケース15	ケース16	ケース17	ケース18	ケース19	ケース20	計	
0.9-1.0	55	55	56	49	51	49	59	59	57	1080	
0.8-0.9	33	30	30	33	33	33	27	24	24	585	
0.7-0.8	9	13	11	15	12	13	6	11	17	237	
0.6-0.7		2	3	3	4	1	7	5	2	79	
0.5-0.6	3					4	1	1		18	
0.4-0.5										1	
0.3-0.4										0	
0.2-0.3										0	
0.1-0.2										0	
0.0-0.1										0	
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	

のサーチコスト分布の偏りに起因するものであると考えられる。

したがって、新たな価格のばらつきを発生させることの意味合いは、これらの偏りの結果に与える影響を見ることである。表3-1のメインの購入のみのケースでは、最大期待利益の価格帯の意味でそのような偏りの影響はほとんど見られないが、表3-2では明らかに異なる結果が出ている。この結果によって、ランダムサーチにおいても、ついでで購入が偶然の偏りを増幅させる効果を持っていることが推測される。

表 3-2 ついでで購入を含む $\alpha = 0.5$ の最大期待利益の価格帯別出現頻度
 $\alpha = 0.5$

価格帯	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	ケース9	ケース10	ケース11
0.9-1.0	43	27	21	42	41	45	47	53	21	29	54
0.8-0.9	17	49	34	43	24	4	30	18	32	31	20
0.7-0.8	19	11	37	15	17	33	11	15	28	18	8
0.6-0.7	4	5	5		5	12	7	12	17	19	17
0.5-0.6	7	6	1		7	6	2	2	2	2	
0.4-0.5	10	1	1		6		1				
0.3-0.4		1	1				1			1	
0.2-0.3							1				1
0.1-0.2											
0.0-0.1											
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
価格帯	ケース12	ケース13	ケース14	ケース15	ケース16	ケース17	ケース18	ケース19	ケース20	計	
0.9-1.0	37	48	34	31	39	18	60	66	44	800	
0.8-0.9	36	34	29	22	36	42	25	19	37	582	
0.7-0.8	7	7	30	9	7	29	5	4	9	319	
0.6-0.7	11	6	4	20	2	3	4	3	6	162	
0.5-0.6	3	3	2	18	9	7	5	2	1	85	
0.4-0.5	3	2	1		6	1		4	2	38	
0.3-0.4	3				1		1	2	1	12	
0.2-0.3										2	
0.1-0.2										0	
0.0-0.1										0	
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2000	

お わ り に

本稿は、サーチの対象となる商品以外の商品をついでに購入することが消費者のサーチ行動の実効性にどのような影響を与え、ひいては売手の利益にどのような影響を与えるのかについてシミュレーションによって明らかにした。また、インターネット時代のサーチの違いに着目して、近場の店舗から順番に買いまわるというサーチと、ランダムに全体から選んでいくというサーチ形態が、結果においてどのような差異を生ぜしめるのかを明らかにした。

連続サーチにおいても、ランダムサーチにおいても、ついでの購入はサーチの実効性を高め、売手にとってはより低い価格帯を選択することを有利にすることが確かめられた。ただ連続サーチの場合、売手価格の偶然の並びと買手のサーチコストの偶然の偏りに起因する結果の偏りがサーチの連続性によって増幅されるため、単純に価格を引き下げただけでは最大利益を獲得する可能性を低くしてしまう局面が存在する。したがって、消費者の買いまわりサーチを前提とする実際の店舗の価格戦略は、特売品に関して単純に価格を連続的に低下させるのではなく、不連続に（大幅に低い価格に）変更するなどの試みが有効となろう。

ランダムサーチにおいて、このような偶然の要素による偏りの増幅が起こらないので、価格引下げによる利益増を図る場合、連続的に低下させる方法で最適値を探ることが可能である。また、ランダムサーチはインターネットにおける検索を想定したサーチ形態であり、そのコスト構造はネットショップの急増により、インターネット商業利用の黎明期に考えられていたものとは大きく変化しつつある。ランダムサーチのシミュレーションで確認された事として、売手が最適な価格帯を探ることが困難になるサーチコスト分布の存在がある。これは、サーチ行動に伴って売手行動にもたらされる不確実性の一種と考えることができる。

完全情報の仮定は、サーチが完全に行われることによって、最低価格だけ利益を上げることができることで、すべての売手が最低価格に合わせざるを得なくなると考えるが、不十分すぎるサーチが、低価格で販売することを不利益にしていることは明らかである。サーチ客の獲得だけではなく、サーチされずについでに購入される他の商品から得られる利益も、売手を価格競争に駆り立てる事を本稿のモデルは示している。

ついでの購入を想定した本モデルでも、十分にサーチが行われるケースにおいて、高・低両極端の価格帯は利益をあげることができない。そして、比

較的低い価格帯において最も期待利益が高い水準が存在することを確認できた。

本稿の残された課題は、第一に、価格帯の細分化と売手および買手数を増やすことである。シミュレーションにかかる時間の問題から現モデルの規模を採用したが、より高性能な計算機を用いることで解決を図り、同時に採用する乱数の再検討も行うことで精緻化を図ることができる。第二に、サーチ規則の見直しである。サーチのたびに購入かサーチの継続かを意思決定するモデルによるシミュレーションによって、より現実に近い消費者行動分析のシミュレーションが可能になると思われる。第三に、リスクと不確実性の概念の整理とそれに伴う消費者行動モデルの再検討である。本稿では、繰り返し試行を行うことで本来の確率の示す値をシミュレーションによって明らかにする一方で、一部では偶然の偏りの意味づけを敢えて行った。消費者が直面するのはリスクであるのか、いわゆる不確実性であるのかの吟味が必要である。その上で、シミュレーション結果の含意を再検討する必要がある。

参考文献

- [1] 依田高典 (2001) 『ネットワーク・エコノミクス』日本評論社。
- [2] 井原哲夫 (1983) 『消費者の経済学』東洋経済新報社。
- [3] 永星浩一, 福山博文 (2001) 『情報解析と経済』勁草書房。
- [4] 永星浩一 (2007) 「買手サーチのシミュレーションによる実効性の検証」『現代経済学 I : ミクロ編』勁草書房, 未公刊。
- [5] O. シャイ (2003) 『ネットワーク産業の経済学』吉田和男監訳, シュプリンガー・フェアラーク東京。
- [6] カール・シャピロ, ハル R・バリアン (1999) 『ネットワーク経済の法則』千本倅生監訳, 宮本喜一訳, IDG ジャパン。
- [7] 酒井泰弘 (1982) 『不確実性の経済学』有斐閣。
- [8] 酒井泰弘 (1991) 『リスクと情報: 新しい経済学』勁草書房。
- [9] 佐々木宏夫 (1991) 『情報の経済学』日本評論社。
- [10] C. J. マッケンナ (1988) 『不確実性の経済学』秋葉弘哉訳, 多賀出版。
- [11] 経済産業省 (2005) 「平成 17 年度電子商取引に関する市場調査」報告書。
- [12] Stigler, G. J., (1961) "The Economics of Information", *Journal of Political Economy*, Vol.69, No.3, pp. 213-225.

付録

a E 列および F 列に 200 人の売手の価格として [0, 1] の一様分布を発生させる。

```
Sub random_pricing()
  Randomize
  For i=1 To 200
    Cells(i, 5)=Rnd()
    Cells(i, 6)=Rnd()
  Next i
End Sub
```

b 連続サーチ（ついででの購入あり）のシミュレーション。

```
Sub Tuide_shopping()
  '買い手によってサーチ回数（サーチコスト）が異なる。
  'サーチコストがランダムな [0, 1] の一様分布とする。c がその値。
  Randomize
  For i=1 To 200
    Cells(i, 1)=0
    Cells(i, 2)=0
    Cells(i, 4)=0
  Next i
  For i=1 To 300
    Cells(i, 15)=0
  Next i
  '1000 人の買手
  For i=1 To 1000
    min_p=1
    min_s=1
    c = Rnd() * Cells(4, 18) 'c：サーチコスト，倍率は R4 セル。
    n = Int((-3 + Sqr(1+4/c))/2) 'サーチ回数。
    If n < 0 Then n = 0 'サーチ回数は 0 以上。
    k = Int(Rnd() * 200) + 1 'サーチの起点は無作為。
    For j = k To k + n '隣り合った n+1 店を下流に向かってサーチ。
      If j > 200 Then jj = j Mod 200 Else jj = j '200 を超えたら 1（最初の売手）に戻す。
      If jj = 0 Then jj = 200
      If min_p >= Cells(jj, 5) Then
        min_s = jj
        min_p = Cells(jj, 5)
      End If
    Next j
  '各売手の客数。
```

```
Cells(min_s,1)=Cells(min_s,1)+1
'ついでで購入。メインのみの購入のシミュレーションの場合このブロックを削除
する。
If Cells(min_s,6)<=2/(n+1)-Cells(min_s,5)Then
Cells(min_s,2)=Cells(min_s,2)+1
End If
'サーチの結果訪れた客の数を D 列へ出力する。
If n<>0 Then Cells(min_s,4)=Cells(min_s,4)+1
'サーチ回数別の買手数を O 列へ出力する。
Cells(n+1,15)=Cells(n+1,15)+1
Next i
End Sub
```

- c ランダムサーチのシミュレーションプログラム（一部）。サーチの起点以降を以下のコードで差し替えればよい。

```
'ランダムサーチ
For j=1 To n+1      'n+1 店まわることになる。
jj = Int(Rnd() *200)+1  '1~200 の乱数を発生させ、ランダムな売手とする。
If min_p >= Cells(jj,5)Then
min_s = jj
min_p = Cells(jj,5)
End If
Next j
```

- d 0.1 刻みに価格帯を 10 等分し、それぞれの客数を集計する。これと同様にして売手の集計、客が 1 以上の売手の集計、および第 C 列で、予めメインの購入とついで購入の利益の集計 Σ (価格×客数) を行う。

```
Sub count_customer()
For i=8 To 17
Cells(i,8)=0
Next i
For i=1 To 200
If Cells(i,5)<=0.1 Then
Cells(17,8)=Cells(17,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.2 Then
Cells(16,8)=Cells(16,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.3 Then
Cells(15,8)=Cells(15,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.4 Then
Cells(14,8)=Cells(14,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.5 Then
Cells(13,8)=Cells(13,8)+Cells(i,2)
```

```

ElseIf Cells(i,5)<=0.6 Then
Cells(12,8)=Cells(12,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.7 Then
Cells(11,8)=Cells(11,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.8 Then
Cells(10,8)=Cells(10,8)+Cells(i,2)
ElseIf Cells(i,5)<=0.9 Then
Cells(9,8)=Cells(9,8)+Cells(i,2)
Else
Cells(8,8)=Cells(8,8)+Cells(i,2)
End If
Next i
End Sub

```

e 一括してシミュレーションを行う呼び出し用のプログラム。

```

Sub Main 001()
'シミュレーション結果を表示する領域のクリア。
For i=26 To 35
For j=19 To 38
Cells(i, j) = ""
Next j
Next i
'20通りの価格分布についてシミュレーションを行う。
For m=19 To 38
random_pricing '売手200人分の $x_m$ ,  $x_a$ の価格を発生させるサブプログラム。
count_seller '価格帯別に売手数をカウントするサブプログラム。
For h=1 To 100
Tuide_shopping 'ついででの購入も含んだサーチシミュレーションサブプログラム。
count_customer '価格帯ごとに客数をカウントするサブプログラム。
count_realseller '1以上の買手を獲得した売手数をカウントするサブプログラム。
count_profit '価格帯ごとに獲得された利益をカウントするサブプログラム。
'最大の期待利益となる価格帯をカウントする。
maxp = Cells(26,14)
maxc=26
For g=27 To 35
If Cells(g,14)>maxp Then
maxp = Cells(g,14)
maxc = g
End If
Next g
Cells(maxc, m) = Cells(maxc, m)+1
Next h

```

Next m
End Sub

f 条件付き書式の設定で、価格帯を3分割すなわち0.333および0.666で区分しセルを網掛けする。視認性を良くするために、色の濃いセルは文字を白抜きにする。

