



Title	購買意図調査からの購買者比率の推定:主観確率的接近法による定式化
Author(s)	佐藤, 芳彰
Citation	北海道大學 經濟學研究, 29(1), 269-288
Issue Date	1979-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/31452
Type	departmental bulletin paper
File Information	29(1)_P269-288.pdf



購買意図調査からの購買者比率の推定

—— 主観確率的接近法による定式化 ——

佐 藤 芳 彰

目 次

1. はじめに
2. 購買意図調査の有効性
3. 回答誤差に対する接近法
4. 購買意図保持者の標本比率を観察後の購買者比率のベイズの区間推定
 - 4.1 事前分布の導入に関して
 - 4.2 購買者比率のベイズの推定区間の導出
 - 4.3 標本サイズの導出
 - 4.4 伝統的な信頼区間との比較
 - 4.5 数 値 例
5. おわりに

1. は じ め に

激しい競争的環境の中で、企業が存続するために常にイノベーションが求められている。新製品の開発を成功させるための、アイデア段階から始まって全国販売に至るまでの一連の段階が製品開発の中で考えられているが、失敗の可能性が大きく、一説には80%²⁾とも言われている。製品開発に関するマーケティング意思決定は、たとえマーケティング・リサーチを実施しても、主観的判断に負う所が多きい事がその原因のひとつと考えられる。

小論の目的は、製品開発の途中で実施される購買意図の調査を取り上げ、主観的判断が決定に及ぼす影響を定式化する事である。主観的要素としては、真の購買者比率と、購買意図は持つが実際には購買しない者の比率に対する事前の見通しを考える。この時、購買意図保持者比率の推定値が得られた後

の真の購買者比率のベイズの推定区間が導出される。また、推定区間の幅が与えられた時の標本サイズが導出される。これらのものが、伝統的な信頼区間とそれから導かれる標本サイズと比較される。

以上は第4章で行われるが、それに先立って、第2章では実際のマーケティング・リサーチの事例を検討し、更に購買意図がどの位有効であるかをこれまでの研究から考察する。

購買意図を持つと答えながら実際には購買しない場合を、回答誤差として考える事ができる。第3章では、回答誤差に対する幾つかの接近法を見て、新製品に関する意思決定では、基本的にどの様な接近法が取られざるを得ないかを考察する。

終章では、特に第4章の結果から、マーケティング意思決定における主観確率的接近法の意義を考察する。

2. 購買意図調査の有効性

製品留置きテストによって新製品に対する消費者の態度を調査して、テスト・マーケティングの段階へ進むか否かを決定するマーケティング・リサーチの典型的事例を〔4〕によって見る事から始めよう。

オハイオ州クリーブランドにあって、非食料品を製造し主に食料品店を通して販売していたレノン社が、自社の製品ラインを拡大するために、商品名ポップ・スナックというお菓子を製造し一部の地域で販売していたスナック社を買取った。この時点で1週当たりの生産能力を500ケースから800ケース（1ケースは12箱）に増強した。ゆくゆくは全国販売をする事を念頭に置いて、更に追加投資をして自動機械を導入し生産能力を7,000ケースにまで拡大すべきかを決定したかった。

そこで1962年2月から3月にかけて、ポップ・スナックに対する消費者態度の調査を調査会社に依頼した。目的は、①消費者はポップ・スナックをどう定義するか、②どの様に使用するか、であった。クリーブランドの中所得世帯から100人の主婦が選ばれて、2箱のポップ・スナックが与えられて、

1 週間後幾つかの質問がされた。その結果は、好意的意見、非好意的意見等 7 項目に要約された。77% の人が製品に好意を示し、好意的意見は味、歯触り、新鮮さに関したものであった。また製品は家族の全てのメンバーに受け入れられている事も判った。従って、製品の成分、味等の変更なしにテスト・マーケティングの段階に進む事が決定された。

テスト・マーケティングは 4 月から 9 月にかけて、オハイオ州コロンバスで行われた。目的は、①ポップ・スナックの販売高に見通しを付ける事、②広告、マーチャンダイジング、販売促進の経験を積む事であった。テスト地域の小売店のうち、300 のスーパー・マーケットで製品を流通させ得ると推定された。また以前のスナック社の販売実績から、1 店あたり 1 週約 2 ケース、従って全店で 600 ケースを事前に販売予測として持っていた。しかし、テスト期間が終了した時の販売高は 7,228 ケース、1 週あたり 273 ケースで、初めの予想を大きく下回る結果となった。

そこで、①購買者比率、②購買者の製品に対する態度に関して、再び調査を依頼した。消費者が電話帳から選ばれて質問され、1,037 人から有効回答が得られた。結果は、ポップ・スナックの意識と経験、ポップ・スナックを購買した回数等 12 項目に要約された。その一部が 2.1 表、2.2 表である。結果として、次の地域でのテスト・マーケティングを中止して、ポップ・スナック³⁾の生産は中止された。

以上がスナック社でのマーケティング・リサーチの事例であるが、注目すべき幾つかの点について言及しよう。2.1 表と 2.2 表を見てわかることは、製品に対する好意者の 77% という値に対して、購買者比率と再購買比率が非

2.1 表 [4] の p. 81, Exhibit 9 より

ポップ・スナックの意識と経験	(1,037人)
1. ポップ・スナックを聞いたこともない	34%
2. ポップ・スナックを知っているが、食べていない	37
3. 知っていて、食べたことがある	11
4. 買った	18

2.2 表 [4] の p. 82, Exhibit 9 より

ポップ・スナック購買数		
1	回	45
2	回	21
3	回	12
4	回	8
5	回以上	14%

常に低い事である。この事は、もし、クリーブランドとコロンの消費者がほぼ同質であると仮定すれば、好意を示すと答えながら実際には購買しない消費者がかなり存在することを示唆している。

従って、好意者の77%という値は必ずしも良い結果ではなかったのである。テスト・マーケティングを中止するには高すぎる値であったが、もし、製品留置きテストでこの計画を中止していたならば、テスト・マーケティングに要した費用を節約できた事になる。

先の事例で購買意図を直接質問していたら、より低い値が得られたかもしれない。しかし、この場合にも、購買意図があると答えながら実際には購買しない消費者がいる事には変わらない。新製品の開発の過程で最も用いられる調査のひとつである購買意図の質問形式とは次の様なものである。

-
- イ 絶対に買う
 - ロ たぶん買う
 - ハ 買うかもしれないし、買わないかもしれない
 - ニ たぶん買わない
 - ホ 絶対に買わない
-

このうちからひとつに印を付けてもらい、上から2つの項目は製品に好意を持ち購買意図を持つ回答であると考ええる。

質問は製品計画の途中で実施されるから、実際は購買結果との比較は不可能であるが、フィールド・テストによってその予測力を調べたものに [14] がある。これは、アメリカ中西部にある10のスーパー・マーケットに新製品が置かれて、1974年2月から4月にかけて実施されたものである。各スーパー・マーケットの週辺住人が調査対象となった。3個の製品が与えられて、10日後に購買意図が質問された。更に6週間後に、実際にこの新製品を見た

か否か、購買したか否かが問われた。

有効回答者数 161 人のうち54%がこの新製品を見ていた。購買意図と見たか否かをクロスさせた表が2.3 表である。見た者と見なかった者の間で、購買意図に関する有意差が認められなかった。次に見た者90人について、購買意図と購買したか否かをクロスさせた表が2.4表である。購買意図に関して、購買した者とそうでなかった者の間には明らかな有意差が認められた。(危険率 0.005 で有意差があった。)従って、購買意図は、実際の購買結果の予測のために利用できる結論された。2.4表から、購買意図を持つと答えた者の中で約1/3が実際に購買している事や、全体で購売意図と実際の結果が一致しなかった割合が 0.37 である事が著者によって強調された。また、購買意図を持たないと答えた者で実際に購買した者がいなかった事が指摘された。

以上がフィールド・テストによる調査発見である。購買意図が購買に対する予測力を持つ事には同意しなければならない。購買意図を持たなかった者の中で購買した者がいなかった点は注目すべき点である。しかし、著者は予測力の大きさを過大に見せている点に注意しなければならない。製品を見なかった71人も加えて考慮すると、購売意図と購買結果の関係は2.3 表と2.4表から2.5表になる。全体で見ると、購買意図があると答え

2.3 表 [14] の p. 91, Table 2 より

購買意図	製品を見た	製品を見なかった
イ	}	}
ロ		
ハ		
ニ		
ホ		
	52%	39%
	48	61

2.4 表 [14] の p. 92, Table 3 より

購買意図	買った	買わなかった
イ	}	}
ロ		
ハ		
ニ		
ホ		
	17人	31人
	0	22
	0	13
	0	7

2.5 表

購買意図	買った	買わなかった
イ	}	}
ロ		
ハ		
ニ		
ホ		
	17人	59人
	0	85

て実際に購買した人は、22% (17/76) であることがわかる。

質問形式を改善して予測力を増す事が考えられる。例えば、購買意図の質問と同時に、新製品が消費者の満たされていないニーズを満たすものか、を質問することができる。Tauber は [13] で、頻繁に購買される消費財新製品では、初期購買と採用（消費者がブランド・ロイヤルティを持つ段階）に分けて考え、採用者の割合を推定するために、次の様な質問を考えた。

1. この製品は、現在市場にある製品では満足されていないあなたや家族の問題、ニーズを解決しますか。
2. もし、あるならば、その問題あるいはニーズとは何ですか。
3. そのニーズの重要性の程度はどの位ですか。
 非常に重要
 少し重要
 ほんの少し重要

上の質問が、購買意図の質問と同時に、8つの新製品（A, B, C, D, E, F, G, H）に関して、ロサンゼルス の 400 人の婦人に行われた。結果は 2.6 表の通りである。例えば、A と B は両方の比率が高いので採用の段階まで至る可能性が、問題解決する比率が低い C や D よりも大きいと言える。また、両方の比率が高い製品は、実際に初期購買される比率も高いと考えられる。

2.6 表 [13] の p. 63 より

	A	B	C	D	E	F	G	H
購買意図 (%)								
絶対に買う たぶん買う	71	62	60	60	51	46	44	22
問題や満たされていないニーズの解決	45	37	18	19	27	37	10	19

3. 回答誤差に対する接近法

購買意図の調査は意見調査である。その回答が真実であるか否か、実現されるものか否かは不確かである。購買意図があると答えながら実際には購買しない場合は、回答誤差に当てはまると考えられる。

Brown は [1] で、調査結果を利用して決定を下す立場にある人は、調査結果を過大に評価する傾向がある事を指摘し、これを「信頼トリック」と呼んでいる。これは、無作為誤差のみを考慮した区間推定では、その幅が実際よりも小さくなることを指しているのである。彼は、マーケティング・リサーチなどでは、①代表標本となっていない事、②回答が不正確である事、③無回答がある事等の源泉による誤差が、無作為誤差を上回る事が多いと指摘している⁴⁾。

事実調査であっても回答誤差が問題になる。それは口頭による回答が行われるからである。この様な誤差に関する問題を処理する方法としては、平均 2 乗誤差⁵⁾の考えがある。例えば、1 世帯当たりのある製品の平均所有量 θ を推定する場合を想定しよう。n の世帯を無作為に選択して、各世帯の所有量を口頭で回答してもらう。y_i を各世帯の口頭による回答値、x_i を真の値、b_i を回答誤差とすれば、

$$(3.1) \quad y_i = x_i + b_i$$

の関係がある。この時、標本平均 $\bar{y}$ の平均 2 乗誤差は、 $\bar{y}$ の分散 $\sigma_{\bar{y}}^2$ と b_i の母集団平均 β の 2 乗との和となる。

$$(3.2) \quad E[(\bar{y} - \theta)^2] = \sigma_{\bar{y}}^2 + \beta^2$$

口頭によって回答してもらう大きな理由のひとつは費用が安いからである。電話を使って調査ができる事を考えればよい。最近の研究では⁶⁾、n 人からの口頭回答からの θ の推定値 $\bar{y}$ を得られた後に、更に nk 人については事実確認の調査をして $\bar{y}$ を改善する場合が考えられている。 $\bar{y}$ に替わる推定値としては例えば、

$$(3.3) \quad \bar{y}_s = \frac{1}{n} z_i \quad \begin{cases} x_i \text{ が利用できる時, } z_i = x_i \\ x_i \text{ が利用できない時, } z_i = y \end{cases}$$

$$(3.4) \quad \bar{y}_r = \frac{\sum x_i}{\sum y_i} \bar{y}$$

nkについて

などが提案されている。与えられた総費用のもとで、 $\bar{y}_r$ あるいは $\bar{y}$ の平均 2 乗誤差が最小になるように k を求めればよい。

しかし、購買意図の調査では実際に販売が行われるまでは事実は確認できないから、(3.3) や (3.4) の様には推定値の改善はできない。回答誤差の大きさを直観的に評価する他ない。無作為誤差以外のものに対しては主観確率による接近をしたものに、確信度分析がある。これは、調査対象者からの回答を得た後に、種々の誤差に主観確率を付与して、真の目標変数の主観確率分布を導く。この分布は確信度分布と呼ばれる。そして、その目標変数が入っている事に対して、一定の確信を持つ事ができる区間を使って推定する。

この調査事例を〔2〕によってみる。トラフィック・リサーチ社が、イギリスのキャムフォードでパーキング・メーターを駐車場に取り付けた時に、必要となる駐車スペースの推定を依頼された。この調査を郵便による回答方式で実施した。調査対象は、キャムフォードの自動車登録者10,000人から無作為に抽出された1,000人であった。ピーク時に駐車場を需要すると回答した者の比率を r とする。900人から回答があり、ピーク時に駐車場を需要した者が90人であった。 $r = 0.1$ である。

95%確信度区間は次の順で求められる。第1に、目標変数である総駐車スペース、 T を他の変数の関数とする。

$$(3.5) \quad T = t N f$$

t = 駐車場を真に需要するキャムフォードの自動車保有者の比率

N = キャムフォードの自動車登録者数

f = キャムフォードの自動車保有者に需要されるスペースに対する総スペースの比

第2に、総誤差比率 t/r を、誤差の源泉に従って、幾つかの誤差比率の積として表わす。

(3.6) $t/r = (t/p)(p/a)(a/r)$

p = 初めに計画された標本の真に駐車スペースを需要する比率

a = 達成標本の真に駐車スペースを需要する比率

t/p , p/a , a/r の源泉は、それぞれ、無作為抽出、無回答、回答誤差に対応している。 r を観察後に、それぞれの誤差比率に対して主観確率分布を付与する。少なくとも、それぞれの平均と分散あるいは95%の確信度区間が明示できればよい。

最後に、各誤差比率が独立である事と、積の分散を近似的に扱って、 t/r の分布の平均、分散が求められる。 r は観察されているから、それから t の95%確信度区間が得られる。これを使って、(3.5) から T の95%確信度区間を求める。この時、 f の値を客観的に知る事ができないので、主観的評価をする。

「確信度分析はベイズの定理に頼らない主観的接近法である。」と言われていた様に、標本から得られた情報と主観的判断の結合が直観的に行われている点で、ベイズの区間推定と相違している。総誤差比率を幾くつかの誤差比率の積として表わし、それに対して主観的評価をして T の事後分布を求めている。確信度分析は、 T の事後分布を簡便に求められる点で実用的である。

しかし、次章では、主観的要素が目標変数の推定に与える影響をより定式的に見るために、購買意図保持者の推定値を得た後の真の購買者比率の推定を、ベイズの区間推定を使って定式化する。但し、その時でも誤差に関する標本観察後の修正は直観的に行われる他ない。終章では、このような評価が実際の意思決定に多きく影響を与える事を見る。

4. 購買意図保持者の標本比率を観察後の購買者比率のベイズの区間推定

4.1 事前分布の導入に関して

購買意図保持者の標本比率を観察した後に製品開発の次の段階へ進むか否かは、その情報の解釈如何による。そこに主観的判断が伴う。例えばその比

率が60%観察された時、その値を低いと判断して、製品計画を変更したりあるいは全く中止する事も有り得る。また反対に、その値を高いと判断して、製品計画の次の段階へ進んだりあるいは全国販売への準備を開始するかもしれない。この決定は、観察された値から推定される真の購売者比率と、製品開発に要する投資額その他の費用構造から得られる損益分枝点との比較によって行われる。

真の購買者比率も費用構造も、意思決定者にとっては、不確実なものである。しかし、前者がより不確実なものであると考えられる。前者のみを考えた時に、主観的要素が入り込む余地は、観察された購買意図保持者比率から真の購買者比率を推定する過程である。その主観的要素とは、①真の購買者比率と②購買意図保持者とはなるが真の購買者とはならない者の比率、に対して意思決定者が持つ主観的見通しであると考えられる。

従って、①と②に関する事前分布を想定する。真の購買者比率のベイズの区間推定が行われるので、①の事前分布が中心となる。事前分布は、調査に先立って意思決定者が持っている事前情報によって、意思決定者の目標変数に対する不確実性が明示的に規定されたものである。「一般的に、調査者は、問題にしている特性値の動きについて利用可能な事前情報に基づいて実験や調査を計画すると言える。事前情報が全く利用できない事は稀であって、その様な場合には、最初に、情報を得るための小規模の準備調査が求められる。⁸⁾」と言われている。これは、抜取検査でのロット不良率の事前分布に関連して言及されたものであるが、マーケティング・リサーチの場合にも当てはまる。製品留置きテストに至るまでの製品計画の各段階で、意思決定者は目標変数に対する主観的な見通しを持つと考えられる。また、購買意図を保持するが購買しない者の比率についても、過去の調査の経験から何らかの主観的評価ができると思われる。⁹⁾

マーケティング意思決定における主観確率的接近の意義を終章で振り返って考えるが、本章では各事前分布が正規分布で規定できると仮定し、与えられた標本サイズのもとで購買保持者比率を観察した時に、真の購買者比率の

信頼度 $(1 - \alpha) \times 100\%$ の推定区間¹⁰⁾を求める。また、信頼度と推定区間の幅を与えた時の標本サイズを求める。最後に、伝統的な区間推定での信頼係数 $(1 - \alpha) \times 100\%$ の信頼区間との関連を考える。

4.2 購買者比率のベイズの推定区間の導出

購買者比率 p

購買意図保持者比率 q

購買意図保持者であるが購買者とはならない者の比率 r

として、購買意図を保持しない者は購買しないと仮定すれば、

$$(4.1) \quad p = q - r$$

の関係がある。 q の推定値 $\hat{q}$ を観察できるのみで、この値から p を推定することが問題となる。 p と r に対しては、意思決定者の主観的見通しが、 p の事前分布 $f_0(p)$ 、 r の事前分布 $g_0(r)$ と表わした時に次の様に規定できると仮定する。

$$(4.2) \quad f_0(p) = N(p_0, \sigma_{p0}^2)$$

$$(4.3) \quad g_0(r) = N(r_0, \sigma_{r0}^2)$$

ここで、 $N(p_0, \sigma_{p0}^2)$ は平均 p_0 、分散 σ_{p0}^2 の正規分布を表わす。つまり、

$$(4.4) \quad N(p_0, \sigma_{p0}^2) \equiv \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{p0}} \exp \left[-\frac{(p - p_0)^2}{2\sigma_{p0}^2} \right]$$

以下、同様の記号の使い方をする。また、比率 p 、 r のとり得る範囲は $[0 - 1]$ 区間であるから、それ以外の範囲では密度がほとんど 0 と考えられる様な分散の値がとられている事を仮定する。 p 、 r が互いに独立と仮定し、(4.2)、(4.3) と (4.1) の関係式から q の事前分布 $h_0(q)$ が導かれる。

$$(4.5) \quad h_0(q) = N(p_0 + r_0, \sigma_{p0}^2 + \sigma_{r0}^2)$$

$$(4.6) \quad = N(q_0, \sigma_{q0}^2)$$

ここで、 $p_0 + r_0 = q_0$ 、 $\sigma_{p0}^2 + \sigma_{r0}^2 = \sigma_{q0}^2$ とおいた。

潜在購買者から n 人を無作為に選択して、ある新製品の留置きテストの後でその購買意図を質問した。 x 人が購買意図を持つと回答した。購買意図保持者の標本比率 $\hat{q} = x/n$ は、 n が大の時、近似的に次の正規分布をする。

$$(4.7) \quad m(\hat{q}|q) = N(q, q(1-q)/n)$$

$\hat{q}$ を観察後の q の事後分布 $h_1(q) = h(q|\hat{q})$ は、ベイズの定理を使って次の様に求められる。

$$(4.8) \quad h_1(q) = h(q|\hat{q}) = \frac{h_0(q)m(\hat{q}|q)}{\int_{-\infty}^{\infty} h_0(q)m(\hat{q}|q) dq} = N(q_1, \sigma_{q_1}^2)$$

ここで、

$$(4.9) \quad q_1 = (\hat{q}\sigma_{q_0}^2 + q_0\sigma_{\hat{q}}^2) / (\sigma_{q_0}^2 + \sigma_{\hat{q}}^2)$$

$$(4.10) \quad \sigma_{q_1}^2 = \sigma_{q_0}^2\sigma_{\hat{q}}^2 / (\sigma_{q_0}^2 + \sigma_{\hat{q}}^2)$$

$\hat{q}$ を観察後に r に対する主観的評価が変更される可能性がある。修正された r の分布を r の事後分布と呼び $g_1(r)$ で示す。 r についての直接的な情報は得られないので、ベイズの定理を使う事はできない。確信度分析で、Brown が行った様に（前章で示した。） $\hat{q}$ を観察する事によって $g_1(r)$ を直観的に規定する他ないであろう。それは、幾つかの考え方ができる。 r の値に対する確信の程度は変化しないと仮定する。 $f_1(r)$ の分散 $\sigma_{r_1}^2$ とすると、

$$(4.11) \quad \sigma_{r_0}^2 = \sigma_{r_1}^2$$

$g_1(r)$ の平均 r_1 の評価も変化しなければ、

$$\textcircled{A} \quad r_0 = r_1$$

であるが、変化する場合には例えば、 r_1 の q_1 に対する比と、 r_0 の q_0 に対する比を考えて、

$$r_1/q_1 = w r_0/q_0 \text{ とした時、}$$

$$\textcircled{B} \quad q_1 \text{ の値に係りなく } w = 1$$

$$\textcircled{C} \quad q_1 \geq q_0 \text{ の時、} w \geq 1$$

$$q_1 < q_0 \text{ の時、} w < 1$$

などの場合が考えられる。 $\textcircled{B}$ の場合は、 r と q の比が事前と事後で常に一定と評価する事である。 $\textcircled{C}$ の場合は、 $q_1 \geq q_0$ の時は r_1 の値を相対的に大きく $q_1 < q_0$ の時は相対的に小さく評価する事である。

今、 $\textcircled{B}$ の場合を意思決定者がとっているとする。この時、

$$(4.12) \quad r_1 = (r_0/q_0)q_1$$

従って、 $\hat{g}$ を観察後の p の事後分布 $f_1(p)$ は

$$(4.13) \quad f_1(p) = N(q_1 - r_1, \sigma_{q_1}^2 + \sigma_{r_0}^2)$$

$$(4.14) \quad = N(p_1, \sigma_{p_1}^2)$$

ここで、 $q_1 - r_1 = p_1$, $\sigma_{q_1}^2 + \sigma_{r_0}^2 = \sigma_{p_1}^2$ とおいた。標準正規分布 $\varphi(z)$ の右側確率 $\alpha/2$ の値を $K_{\alpha/2}$ とする。つまり、

$$(4.15) \quad \int_0^{K_{\alpha/2}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz = \frac{\alpha}{2}$$

$f_1(p)$ を使って、信頼度 $(1 - \alpha) \times 100\%$ の p の推定区間は、

$$(4.16) \quad p_1 - K_{\alpha/2} \sigma_{p_1} \leq p \leq p_1 + K_{\alpha/2} \sigma_{p_1}$$

ここで、

$$(4.17) \quad p_1 = q_1 - r_1 = \frac{p_0}{p_0 + r_0} \left(\frac{q \sigma_{q_0}^2 + q_0 \hat{q}^2}{\sigma_{q_0}^2 + \hat{q}^2} \right)$$

$$(4.18) \quad \sigma_{p_1} = \sqrt{\sigma_{q_1}^2 + \sigma_{r_0}^2} = \sqrt{\frac{\sigma_{q_0}^2 \sigma_{\hat{q}}^2}{\sigma_{q_0}^2 + \hat{q}^2} + \sigma_{r_0}^2}$$

4.3 標本サイズの導出

以上の結果を使って、推定区間の幅 D と $(1 - \alpha) \times 100\%$ の信頼度が与えられた時の標本サイズを求める。(4.16) から、

$$D = 2K_{\alpha/2} \sigma_{p_1} = 2K_{\alpha/2} \sqrt{\sigma_{q_1}^2 + \sigma_{r_0}^2}$$

よって、

$$\sigma_{q_1}^2 = \frac{\sigma_{q_0}^2 \sigma_{\hat{q}}^2}{\sigma_{q_0}^2 + \hat{q}^2} = \left(\frac{D}{2K_{\alpha/2}} \right)^2 - \sigma_{r_0}^2$$

(4.7) より、 $\sigma_{\hat{q}}^2 = q(1 - q)/n$ であるから、これを上式に代入して n について解くと、

$$(4.19) \quad n = \frac{q(1 - q)}{\left\{ \left(\frac{D}{2K_{\alpha/2}} \right)^2 - \sigma_{r_0}^2 \right\}^{-1} - \frac{q(1 - q)}{\sigma_{q_0}^2}}$$

(4.19) で q は未知であり、 $\hat{q}$ も得られる前である。 $q = 1/2$ の時、 $q(1 - q)$ は最大値をとるのでこの値を代入し、 $\sigma_{q_0}^2 = \sigma_{r_0}^2 + \sigma_{p_0}^2$ を代入すると、

$$(4.20) \quad n \leq \frac{1}{4} \left\{ \left\{ \left(\frac{D}{2K_{\alpha/2}} \right)^2 - \sigma_{r_0}^2 \right\}^{-1} - (\sigma_{p_0}^2 + \sigma_{r_0}^2)^{-1} \right\}$$

となり、この右辺の値を標本サイズとすれば、少なくとも最初に与えられた条件は満たされる。実際の計算順序は、与えられた推定区間の幅と信頼度のもとで、(4.20) の右辺で標本サイズを求め、 $\hat{q}$ を観察し、(4.16) によって推定区間を計算すればよい。その場合、 $\sigma_{\hat{q}}$ は $\hat{q}$ を使って近似的に求める。

4.4 伝統的な信頼区間との比較

先ず、 $r=0$ の場合を考える。その時、 $q=p$ 、 $\hat{q}=\hat{p}$ である。また、 p の事前分布を考慮しなければ、 $\hat{q}=\hat{p}$ を観察後の p の推定は伝統的な区間推定による。信頼係数 $(1-\alpha) \times 100\%$ の信頼区間を求めると、

$$(4.21) \quad \hat{p} - K_{\alpha/2} \sigma_{\hat{p}} \leq p \leq \hat{p} + K_{\alpha/2} \sigma_{\hat{p}}$$

となる。

ところで、 $f_0(p)$ に対して一様分布、つまり p の有限な範囲に対して等しい密度を与える場合を考えると、 $\hat{q}=\hat{p}$ を観察後の事後分布は、ベイズの定理を使って、

$$f_1(p) = f(p|\hat{p}) = \frac{f_0(p)m(\hat{p}|p)}{\int_{-\infty}^{\infty} f_0(p)m(\hat{p}|p)dp} = \frac{m(\hat{p}|p)}{\int_{-\infty}^{\infty} m(\hat{p}|p)dp} = m(\hat{p}|p)$$

$m(\hat{p}|p)$ は (4.7) で与えられている。それから、 $p_1=\hat{p}$ 、 $\sigma_{p1}=\sigma_{\hat{p}}^2$ である事がわかる。従って、(4.21) で与えられる信頼区間は、 $r=0$ 、 $f_0(p)$ を一様分布とした時の、 $\hat{q}=\hat{p}$ を観察後の信頼度 $(1-\alpha) \times 100\%$ の推定区間と等しい事がわかる。この場合、(4.21) から推定区間の幅 D を求めると、

$$(4.22) \quad D = 2K_{\alpha/2} \sigma_{\hat{p}}$$

上式から、与えられた D 、 α のもとでの標本サイズを求めると、

$$(4.23) \quad n = \left(\frac{2K_{\alpha/2}}{D} \right)^2 p(1-p)$$

次に $r=0$ で、 $f_0(p)$ が一様分布ではなく、(4.2) で与えられたものとする。 p の事後分布の平均と分散は、(4.17) と (4.18) で $r=0$ 、 $q=p$ 、 $\hat{q}=\hat{p}$ とした時のものである。この時推定区間の長さ D は、

$$(4.24) \quad D = 2K_{\alpha/2} \sigma_{p1} = 2K_{\alpha/2} \frac{\sigma_{p0} \sigma_{\hat{p}}}{\sqrt{\sigma_{p0}^2 + \sigma_{\hat{p}}^2}}$$

与えられた D , α のもとでの標本サイズ n は, (4.24) で $\sigma_{\hat{p}}^2 = p(1-p)/n$ として解くと

$$(4.25) \quad n = \left(\frac{2K_{\alpha/2}}{D} \right)^2 p(1-p) - \frac{p(1-p)}{\sigma_{p0}^2}$$

ここで, (4.22) と (4.24) を比較すると, (4.24) は,

$$2K_{\alpha/2} \frac{\sigma_{\hat{p}}}{\sqrt{1 + \sigma_{\hat{p}}^2 / \sigma_{p0}^2}}$$

と変形できる。 $\sigma_{\hat{p}}^2$, $\sigma_{p0}^2 > 0$ であるから,

$$\frac{\sigma_{\hat{p}}}{\sqrt{1 + \sigma_{\hat{p}}^2 / \sigma_{p0}^2}} < \sigma_{\hat{p}}$$

従って, 事前分布 $f_0(p)$ によって, 推定区間が $1/(\sqrt{1 + \sigma_{\hat{p}}^2 / \sigma_{p0}^2})$ の比率で縮小される事がわかる。標本サイズについて, (4.23) と (4.25) を比較すると, 事前分布 $f_0(p)$ によって, $p(1-p)/\sigma_{p0}^2$ だけ標本サイズが減少される事がわかる。 $p=1/2$ を代入して, 少なくとも $1/(4\sigma_{p0}^2)$ は減少される事は保証される。しかし, $r \neq 0$ で意思決定者が $f_0(r)$ を持っている時に, 推定区間の幅は (4.18) で示される σ_{p1} を使って与えられる $2K_{\alpha/2} \sigma_{p1}$ となり, 標本サイズは (4.19) になる。これらと, (4.22), (4.23) を比較しても, 推定区間の幅の短縮, 標本サイズの減少に関しては, 一般的には言えない。 $g_0(r)$ は $\hat{q}$ から得られる p に関する情報のロスを意味するからである。

4.5 数 値 例

$r=0$ で $f_0(p)$ が一様分布を考える時に, 信頼度95%で $D=0.14$, つまり, $\hat{p} \pm 0.07$ の範囲で意思決定者が95%の確信を持てる場合を想定する。この時 $K_{\alpha/2}=1.96$ だから (4.23) で $p=1/2$ とおいた n の値から標本サイズを求め

$$n = \left(\frac{2 \times 1.96}{0.14} \right)^2 \times \frac{1}{4} = 196$$

標本購買意図保持者は139人であった。 $\hat{q} = \hat{p} = 139/196 = 0.709$ 。 $\sigma_{\hat{q}} = \sigma_{\hat{p}}$ は $\sqrt{0.709 \times (1 - 0.709)/196} = 0.032$ で近似できる。推定区間は (3.21) から

$$0.646 \leq p \leq 0.772$$

標本サイズを 196 に固定して, $f_0(p)$ のみを考慮した時, 更に, $g_0(r)$ を考慮した時に推定区間に与える影響をみる。 $r=0$ で, $f_0(p)=N(0.5, 0.04^2)$ ならば, (3.17) と (3.18) より,

$$p_1 = \frac{0.5 \times 0.032^2 + 0.709 \times 0.04^2}{0.032^2 + 0.04^2} = 0.626$$

$$\sigma_{p1} = \sqrt{\frac{0.032^2 \times 0.04^2}{0.032^2 + 0.04^2}} = 0.025$$

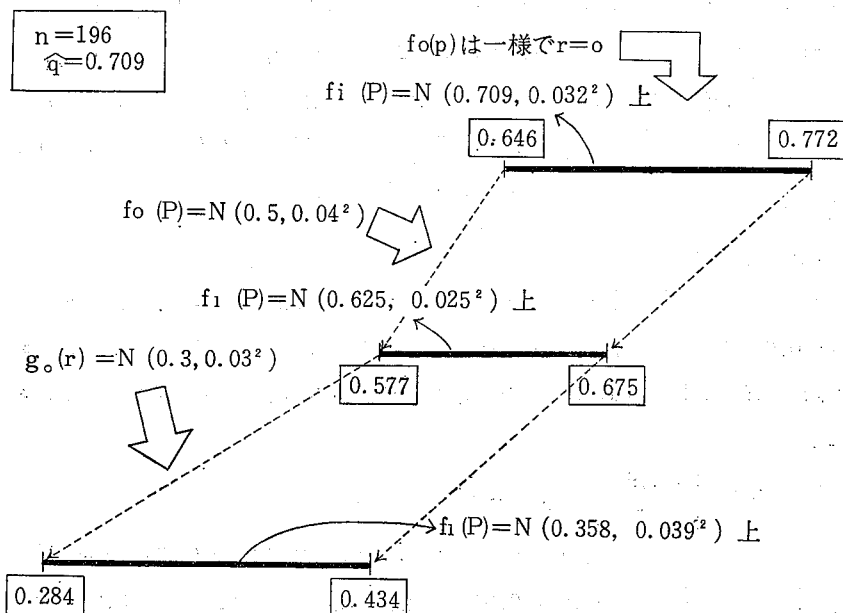
よって,

$$f_1(p) = N(0.625, 0.025^2)$$

$g_0(r) = N(0.3, 0.03^2)$, $f_0(p) = N(0.5, 0.04^2)$ の両方を考慮すると, 先の結果と (3.17), (3.18) より,

$$p_1 = \frac{0.4}{0.4 + 0.3} \times 0.626 = 0.358$$

$$\sigma_{p1} = \sqrt{0.025^2 + 0.03^2} = 0.039$$



4.1 図

よって

$$f_1(p) = N(0.358, 0.039^2)$$

2つの場合の事後分布を使って、(3.16)よりそれぞれの推定区間を計算できる。計算結果を図示したのが4.1図である。

$n = 196$ に固定して、 $f_0(p)$ と $g_0(r)$ を順次考慮していったので、初めに与えたDの条件を最後には満たしていない。 σ_{r_0} が比較的小さかったので、その差は僅か($0.15 - 0.14 = 0.01$)であるが、初めから $D = 0.14$ を保証するためには(3.20)の右辺から n を求めればよい。

$$n = \frac{1}{4} \left\{ \left\{ \left(\frac{0.14}{2 \times 1.96} \right)^2 - 0.03^2 \right\}^{-1} - (0.04^2 + 0.03^2)^{-1} \right\} = 566$$

標本サイズを566とすれば、信頼度95%で推定区間の幅0.14が保証されることになる。 $g_0(r)$ を考慮したので、 $\hat{q}$ から得られる情報のロスを補うために標本サイズが大きくなった事がわかる。

5. おわりに

最後に、4章で得られた結果をもとにして、マーケティング意思決定における主観的接近法の意義を考察しよう。

もし、潜在的購買者の中に、購買意図を持つが実際には購買しない者がいなければ、 $r = 0$ であった。この時、(4.21)を伝統的な意味での信頼区間と解釈するならば、その意味は、『多数回 $\hat{q} = \hat{p}$ を観察した時に、それによって作られる(3.21)で示される区間が真の p を覆う相対頻度が $(1 - \alpha)$ に近づく。』という事である。この言明それ自体は確実なものである。従って意思決定者が多数回同じ状況下での決定に直面するならば、彼は損益分枝点との比較によって決定を下していれば、長期的には $(1 - \alpha) \times 100\%$ で正しい決定を下した事になるであろう。ここでは、意思決定の問題は単なる計算の問題に帰着する事になる。

しかし、新製品に関する意思決定は、多数回同じ状況下で行われる性格のものではない。その意味で、数値例では(3.21)をベイズ的に解釈した。例

えば、損益分枝点が0.55から0.60の p の値の範囲であったとする。(この値は費用構造、潜在購買者数、ひとり当たり平均購買数等から得られ、これ自体もある程度不確実な値である。しかし、これまでこの不確実性は考慮してこなかった。) 数値例では $r = 0$ で、 $f_0(p)$ を一様分布とした時には p の推定区間は0.646から0.772であった。この範囲は損益分枝点の範囲を完全に上回っている。しかし、意思決定者が r と p に対して非観的な事前の評価を持っていたために、結果的には、推定区間は0.284から0.434となり、損益分枝点をかなり下回る事になる。反対に、 r と p に対する事前の見通しが楽観的であったならば、損益分枝点を上回ったであろう。従って、この場合の意思決定は単なる計算の問題ではなく、主観的判断によって大きく作用されるものとなっている。

主観的判断は、購買意図保持者比率以外の種々の情報が意思決定者によって主観的に整理されたものである。それは意思決定者によって相違し、誤りを犯す大きな可能性を含んだものである。

主観確率的接近法の意義は、それを使って誤りのない決定を下せることではない。それは、不十分な情報によって常に何らかの決定を下さなければならぬ意思決定者が、初めに持った主観的判断、確信の程度などと、目標変数に直接関係する情報を合理的に結びつけて、決定を下せる仕方を与える事である。従って、事前の主観的判断が誤っていれば、結果的には決定が誤ったものになるかもしれない。正しい決定を下すためには、目標変数に直接関係する情報のロスを少なくする事と、主観的判断を高める様な間接的情報を得る事が重要である。

- 1) [10] では、製品アイデア段階から全国的マーケティングの開始の段階まで17の段階が考えられている。我々がこれから問題にする購買意図の調査は、これらの段階の中間にある製品テストに関連して実施される事が多い。
- 2) [5] によると、主として箱詰め消費財新製品で、低い値を推定した調査機関でも40%近く、高い推定では80%の失敗率が報告されている。
- 3) [3] の p. 32 からこの事が知られる。
- 4) 種々の過差については [2] pp. 38-42 に詳しい説明がある。

- 5) 平均2乗誤差に関しては〔9〕pp. 21—22を参照されたい。
- 6) 〔6〕に最近の研究に関する紹介がある。
- 7) 〔4〕p. 672.
- 8) 〔12〕p. 654.
- 9) 主観確率の付与に関する具体的な説明は〔11〕に詳しい。
- 10) 決定者にとって、その区間内に目標変数が入っている確からしさ(信頼度)が $(1 - \alpha) \times 100\%$ 、という意味で推定区間という言葉が使われている。伝統的立場での信頼区間には、その様な意味はない。なぜなら、未知ではあるが特定の値に対して、その確からしさを確率として表わす事を認めないからである。意思決定と信頼区間、推定区間との関連は終章で見る。
- 11) (4.2)と(4.3)から(4.4)が導かれる証明は、例えば〔7〕のpp. 124—125を参照されたい。
- 12) 事後分布が(4.9), (4.10)をもつ正規分布となる事の証明は、例えば〔8〕のpp. 34—35を参照されたい。

参 考 文 献

- 〔1〕 Brown, R. V., "Just How Credible Are your Market Estimates?," *Journal of Marketing*, Vol. 33, No. 3, 1969, pp. 46—50.
- 〔2〕 Brown, R. V., *Research and the Credibility of Estimates*, the Division of Research, Harvard Graduate School of Business Administration, 1969, 稲川, 関谷, 平館訳「統計調査の信頼性」新曜社, 1975.
- 〔3〕 Brown, R. V., A. S. Kahr and C. Peterson, *Decision Analysis for the Manager*, Holt, Rinehart and Winson, Inc., 1974, 藤田恒夫監訳「決定分折」産業能率短期大学出版部, 1977.
- 〔4〕 Buzzell, R. D., D. F. Cox and R. V. Brown, *Marketing Research and Information System*, McGraw-Hill, 1969.
- 〔5〕 Crawford, C. M. "Marketing Research and the New Product Failure Rate," *J.M.*, Vol. 41, No. 2, 1977, pp. 51—61.
- 〔6〕 Frankel, M. R. and L. R. Frankel, "Some Recent Developments in Sample Survey Design," *Journal of Marketing Research*, Vol. XIV, August, 1977, pp. 280—293.
- 〔7〕 Hoel, P. G., S. C. Port and C. J. Stone, *Introduction to Probability Theory*, Houghton Mifflin Company, 1971, 安田正実訳「確率論入門」, 東京図書, 1973.
- 〔8〕 Hoel, P. G., S. C. Port and C. J. Stone, *Introduction to Statistical Theory*, Houghton Mifflin Company, 1971, 柳川, 大和訳「統計理論入門」東京図書,

1973.

- [9] Kendall, M. G. and A. Stuart, *The advanced Theory of Statistics*, Vol. 2, Charles Griffin & Co. Ltd., 1961.
- [10] Rodger, L. W., *Marketing in a Competitive Economy*, Hutchinson & Co. Ltd., 1965, 田内, 堀出訳「競争経済下のマーケティング」九善, 1973.
- [11] Schlaifer, R., *Analysis of Decision under Uncertainty*, McGraw-Hill, 1969, 関谷章訳「意思決定の理論」東洋経済, 1974.
- [12] Solomon, H. S. and S. Zacks, "Optimal Design of Sampling from Finite Populations," *Journal of the American Statistical Associations*, Vol. 65, No. 330, pp. 653—677.
- [13] Tauber, E. M., "Reduce New Product Failures : Measure Needs as Well as Purchase Interest," *J. M.*, Vol. 37, No. 3, 1973, pp. 61—64.
- [14] Taylor, J. W., J. J. Houlahan and A. C. Gabriel, "The Purchase Intention Question in New Product Pevelopment : A Field Test," *J. M.*, Vol. 39, No. 1, 1975, pp. 81—83.