原著論文

消費の外部性を考慮した書籍市場の分析 －階層ベイズモデリングと市場シミュレーション[†]

金城 敬太^{*1}・海老名 剛^{*2}

書籍などの財の購買行動は、ランキングや全体の販売数といった外部の情報（外部性）に強く影響される。口コミなどの小さな準拠集団による外部性に関する研究は多く行われてきたが、上記のような大きな準拠集団による外部性が購買にどれくらい影響するのかについて、あまり研究が行われてこなかった。本研究では、上記の外部性を組み込んだ階層ベイズモデルを提案した。その上で、書籍に関してコンジョイント分析に用いられる調査を行い、調査データを用いてモデルのパラメータを推定した。加えて、推定結果を用いて販売数のシミュレーションを行った。結果、外部性がどのような分布になっているか、さらには外部性に関連する属性を明らかにした。特に、書籍市場で、性別では女性、また年齢としては高齢になるほど、外部性が高くなる傾向にあることを示した。加えて販売数のシミュレーションにより、最終的な需要量が外部性によって一定程度の影響を受ける可能性があることを示した。

キーワード：消費の外部性、マクロな準拠集団、階層モデル、ベイズ推定、販売数のシミュレーション

1. はじめに

本論文は、個人の消費行動が他の人々（以下、準拠集団と呼ぶ）の行動によってどのような影響を受けるかを分析した研究である。より具体的にはランキングや総販売数などの大きな準拠集団の行動の結果による影響を扱う。消費者は、書籍や楽曲情報などの財を購入するか否かの意思決定をする際、ランキングや総販売数といった他人の購買に関する情報に影響を受けている。一例として、オリコンリサーチ株式会社により、CD・DVD・書籍の週毎のランキングや販売数が発表されており、消費者は、このランキングを参考に、購入するか否かを判断するという状況が考えられる[1]。

消費者の相互作用に関する重要性は、以前より指摘されている。Grio et al. (2001) により、ある人の消費行動は、他人の消費選択により影響を受けること、そして、そのことを考慮して企業は意思決定を行うことが重要である、ということが指摘されている[2, 3]。これは、ある消費者が製品を購入するか否かという意思決定が、単にその財を消費することにより得ら

れる本源的な効用（物質的効用）に加え、社会的な属性（社会的効用）に依存するためであると考えられる。具体的には、他の消費者が書籍を購入していることで、その商品に対して一定の評価が得られていると推測すること、他人とその書籍について話すことで自身の効用が上がること、などの理由が挙げられる。

このように、他者の購入の有無が自身の購買行動に影響を及ぼすとき、「消費の外部性」があるという¹。インターネットの普及に伴い他者の購買に関する情報の収集が容易になったことにより、こうした「消費の外部性」は個人の購買にとって重要なものになっている。

消費の外部性は、ある消費者と準拠集団との関係性に依拠して、いくつかのカテゴリに分類される。準拠集団として、家族、親しい友人、その消費者が所属するグループなど、さまざまな集団が対象となっている。本研究では口コミ等に代表されるような、個々人が直接影響を受ける家族や友人などの準拠集団をミクロな準拠集団と呼ぶ。一方、個々人からの直接の影響が小

[†] An Analysis of Book Market with Consumption Externalities
－ Hierarchical Bayesian Modeling and Market Simulation
Keita KINJO and Takeshi EBINA

^{*1} 沖縄国際大学経済学部
College of Economics and Environmental Policy, Okinawa International University

^{*2} 信州大学経済学部
Faculty of Economics, Shinshu University

1 ここで、関連する概念として、「ネットワーク外部性」について言及する。ネットワーク外部性とは、ある財やサービスを利用する消費者の数が多くほど、消費者がその財・サービスから得る効用が高くなる状況を意味する [19]。これは、ファックスや携帯電話のように、利用者数の増加に伴い、各利用者の利便性が上がる状況であると解釈できる。人工市場シミュレーション等を用いてネットワーク外部性を分析した研究は、数多く存在する [17, 18]。これに対して、消費の外部性を定量的に分析した研究は少ない。本論文では、後者の消費の外部性に焦点を当て、分析を行う。

さい国民全体のような不特定多数な準拠集団をマクロな準拠集団と呼ぶ。前者に関する研究は、口コミ等の効果を推定することを目的として、マーケティング・サイエンスの分野などにおいて比較的多く存在する[4, 5, 6]。例えば、ミクロな準拠集団における選択確率を効用に組み込んだモデルが提案されている[7, 8]。また、Yang and Allenby (2003) は空間的位置などを含め個人間の類似性を考慮したうえでミクロな準拠集団の分析を行っている[9]。これに対し、販売数等のように、非常に大きな準拠集団(マクロな準拠集団)に依存する消費の外部性の効果は、いくつかの分野でその重要性が指摘されているにもかかわらず、あまり分析されてこなかった[10]。

そこで、本研究は、マクロな準拠集団による外部性の効果を検証することを目的とする。特に、書籍を対象として、ある個人が、国民全体を準拠集団とする総販売数にどの程度影響を受けるかを分析する。消費の外部性の影響がどれくらいあるのかについて調査データを用いて検証し、さらには外部性を考慮したときに全体の消費がどのように変動するかについての分析を行う。

消費者行動を分析する方法の一つとして離散選択モデルが用いられている[6]。これらは他者の意思決定の影響を分析する際にも利用されている。離散選択モデルとは、ある個人が選択可能な代替案の中から最も効用を高める製品を選択するようなモデルのことをいう。このモデルの特徴として、パネルデータやコンジョイント分析における調査から個々人のモデルパラメータに関する推定のみならず、広い範囲に応用可能であるという点が挙げられる。また近年では、ベイズ推定を用いた離散選択モデルの研究も盛んに行われているほか、マーケティングの分野では個々の異質性、すなわち個々人の効用が属性によって異なることに着目したベイズを用いた階層的な離散選択モデルも注目されている[11, 12]。

これらをふまえて、本研究では、外部性を組み込んだ階層ベイズによる離散選択モデルを提案し、調査データに基づきパラメータの分布を知り、そして推定結果をもとに販売数のシミュレーションを行う。

本研究の特徴をまとめると、以下の三点が挙げられる。まず、消費の外部性、特に先行研究の少ない国民全体などマクロな準拠集団の影響をモデル化し、これにより、外部性による効果の分布を推定する。第二に、モデルを拡張し階層化することで、外部性に影響する要因を把握する。最後に、推定結果を用いて、前期のマクロな購買結果が今期の消費者の効用に影響しているため、外部性の効果を把握するために動学的な

販売数のシミュレーションを行う。特に本研究では販売数が毎週公開されるという特徴を持つ書籍市場を分析するため、上記のモデル構築とシミュレーションが必要となる。

2節ではモデルの詳細について記述し、3節では実際の調査設計についての具体的な方法および推定結果について述べ、4節では推定結果を利用したシミュレーション方法を提案し実行する。それに基づいて5節では考察を行い、6節でまとめを行う。

2. 外部性を組み込んだ階層ベイズモデリング

本節では、本研究で扱うモデルを説明する。本研究のモデルは離散選択モデルの一つである条件付きロジットモデルに基づいている[6, 11, 12]。また1節でも述べたように、マクロな準拠集団からの外部性、さらに外部性に対して階層化を組み込んだものになっている。

まずある構成人数 H 人からなる集団における個人 h ($1 \leq h \leq H$) がある時点 t において商品 i を選択することを考える。まず商品 i に対する各個人の効用を $U_{t,h,i}$ とする。 $V_{t,h,i}$ は確定的な効用、 $\varepsilon_{t,h,i}$ は確率的な効用とする。

$$U_{t,h,i} = V_{t,h,i} + \varepsilon_{t,h,i} \quad (1)$$

例として商品 $i = 1$ および商品 $i = 2$ があることを想定する。 $\varepsilon_{t,h,1} - \varepsilon_{t,h,2}$ を ε 、その確率密度関数を g 、実数値 W 以下となる確率である分布関数を G と定義すると、ロジットモデルと仮定しているため、

$$\int_{-\infty}^W g(\varepsilon) d\varepsilon = G(W) = 1/(1 + \exp(W)) \quad (2)$$

となる。(2)は ε が第1極値分布に従うことを表している。このとき $U_{t,h,i}$ の値により、ある商品を購入する($y_{t,h,i} = 1$)か否か($y_{t,h,i} = 0$)を想定する。商品 $i = 1$ が選択される($y_{t,h,i=1} = 1$)確率を考えると、以下の(3)となる。

$$\begin{aligned} P(U_{t,h,1} > U_{t,h,2}) &= P(y_{t,h,i=1} = 1) \\ &= \exp(x_{t,1}\beta_h) / (\exp(x_{t,1}\beta_h) + \exp(x_{t,2}\beta_h)) \\ &= \exp((x_{t,1} - x_{t,2})\beta_h) / (1 + \exp((x_{t,1} - x_{t,2})\beta_h)) \end{aligned} \quad (3)$$

(1)で述べた確定的な効用 $V_{t,h,i}$ は、以下のように構成した(4)。

$$V_{t,h,i} = (x_{t,i}^a \beta_h^a + f(x_{t-1,i}^e) \beta_h^e) = x_{t,i} \beta_h \quad (4)$$

上記の式において $x_{t,i}^a$ は商品属性ベクトルである。 $f(x_{t-1,i}^e)$ は1節での議論に基づいて作成された外部性を示す値である。 $x_{t-1,i}^e$ は商品 i におけるある時点 t か

ら一時点過去における総販売数を示す。上付き文字 a および e はそれぞれ商品属性および外部性を示す記号である。関数 f は $x_{t-1,i}^e$ から非負の実数への関数であり変数変換が可能であることを示す。なお、 $x_{t,i}$ は商品属性および商品の外部性の条件をまとめた行列である。また、 β_h^a は製品属性から得られる効用に対する効果を示す確率的な係数ベクトルである。 β_h^e は個々人の外部性の効用に対する効果を示す確率的な係数である。 β_h はこれらをまとめたベクトルである。 β_h^e の係数が正である場合は、購入者数が増えるとある消費者の効用が増加する状況、つまりLeibenstein (1950) がいうところのバンドワゴン効果を表すと解釈できる[13]。一方、この係数が負である場合、人数が増えると効用が減少すること、つまりスノブ効果に類するものであると解釈できる。 $x_{t,i}\beta_h$ は、これらすべての項が線形結合されることを示している。

さらに、各個人の持つ β_h が属性ベクトル z_h に依存していることを鑑み、以下のような階層的な構造を設定する(5)。

$$\beta_h = \Delta' z_h + n_h \quad (5)$$

Δ は個人属性 z_h から β_h に対する確率的な係数行列である。個人属性によって、係数の値がどのように異なるかをしめしたものである。 $'$ は転置を示す。 n_h は平均 0、分散 V_β の正規分布 $N_k(0, V_\beta)$ を示す。ただし、 k は商品属性および外部に割り振ったインデックスを表す。これは多変量回帰モデルと呼ばれているものである。

本研究では、ベイズ推定を用いて各パラメータの推定を行う。ロジスティック回帰の β の推定は完全条件付き分布の計算ができないためM-H (Metropolis-Hastings) 法であるランダムウォークアルゴリズムを利用して事後分布からのサンプリングを行い、多変量回帰についてはギブスサンプラーを用いて事後分布からのサンプリングを行った。詳細はRossi et al. (2005) および、照井 (2008) を参考にされたい[11, 12]。

3. 調査および分析結果

3.1 調査の設計

続いて利用するデータについて述べる。本研究ではコンジョイント分析で利用される調査を行い、外部性を組み込んだモデルのパラメータを調査データに基づいて推定し、外部性の効果を検証する。

調査は2012年02月08日(水)～2012年02月10日(金)に人数413名に対してインターネット調査を用いて、20歳～69歳までのひとを対象に行った。なお、男女年齢10歳刻み(20代、30代、40代、50代、60代)の人

口構成比を平成22年に行われた国勢調査に基づいた比率に合わせてサンプリングを行った。インターネット調査を利用しているためサンプルにおいてやや偏りがあることに注意されたい。またモデル上は、外部性の変数 $x_{t-1,i}^e$ は過去の状態に依存したもののだが、調査はある一時点 t におけるものと仮定し、 $x_{t-1,i}^e$ は t において観測可能であることを想定している。

具体的な調査票に関して述べる。コンジョイント分析で利用される調査は、まず、対象商品に関して属性を列挙し、次にその組み合わせにより新たな架空の商品を複数作成し、最後にこれらを調査対象者に提示したうえで選択、もしくは順序付けをさせ、結果として個人ごとに選択を行った複数のデータが得られる。

本研究では対象商品として、過去の販売数などに影響を受けやすい消費財として、書籍(特に国内の小説)を選択した。また商品属性については、価格、外部性に関する変数、ジャンル、受賞の有無を利用した。こうした属性を選択した理由は、「価格」については、商品選択に最も影響があるのが価格であり企業における戦略としても重要であるためである。「ジャンル」は男女を含めて個々人の選好に大きな差があるため利用した。また本研究の主題となる「外部性に関する変数」すなわち $x_{t-1,i}^e$ に関連する変数としては、販売数を用いた。これは書籍において、例えば帯などに「100万部突破」などの情報が記載されていることも多いため販売数(調査上は、「発行部数」という表現を用いている)を直接利用した。なお、単位は万部を用いている。続いて、「受賞の有無」は日本における特に小説などの購入には文学賞などの受賞の有無が大きな影響を与えていることを鑑みて本研究では利用した。その他、作者名や帯などの属性も考えられるが、外部性の効果のみを計測したいため単純性を追求したこと、属性数が増加するに従い、質問数が増加し回答者の負担があることを鑑みて、上記のみで構成している。ただし、パネルデータなどのより書籍に関して個人の詳細なデータが直接入手可能となった場合も、提案方法で分析が可能である。交互作用があることは前提としなかった。各属性の水準は表1のような構成になっている。

次に、上記で選択した属性から混合系の直交表を利用して、最低限の商品の組み合わせを考慮、合計で18個の組み合わせ(プロファイル)を作成した。

表1 属性およびその水準

ジャンル	価格(円)	受賞	発行部数(万部)
推理小説(ミステリー小説)	1900	受賞あり	30
恋愛・青春小説	1600	受賞なし	10
歴史小説	1300		1

本研究では通常の購買に近いために近年多く利用されている選択型実験を用いた[14]。一つの調査票につき、4つの選択肢(抽出した3つのプロファイルのいずれかを選択するか非購入か)を提示し、それを18回繰り返すという質問で構成されている。また各質問については対象者にランダムに提示し回答させた。補遺1に具体的な調査の事例を記述している(補遺1)。結果として、413名それぞれに対して、4×18回の購買の有無および製品属性を記述したデータが得られる。

最後に、個人属性については、性別(男性=1、女性=0)、年齢、職業(公務員、経営者・役員、会社員、自営・自由業、専業主婦(主夫)、パート・アルバイト、学生、その他の職業、(無職である場合0))を調査した。

3.2 調査結果および推定結果

はじめに書籍の購入に関する調査結果を述べる。まず調査においていずれかの書籍を購入したひとは68%、いずれの商品についても購入しなかったひとの割合32%であった。つまり、約7割のひとは機会があった場合になんらかの書籍を購入する可能性がある。これらの属性については補遺に記述している(補遺2)。本研究では商品を購入するひとをベースにいずれの商品を購入するかについてモデリング、つまり条件付き確率の推定を行う。

提案モデルの推定結果について、モデル選択、 $E(\beta_h)$ の分布および Δ の値について順に述べる。なお具体的な推定は統計ソフトであるRを用いて実装を行った。一部、多変量回帰の推定に関してはbaysemのパッケージを用いている[11]。MCMCにおけるサンプリングは10,000回行った。収束の判定はグラフィカル法を用い、最初の2000サンプルはバーンインとして利用しなかった。

本研究におけるモデルでは、外部性の組み込みに柔軟性を持たせている。すなわち、 $f(x_{t-1,i}^e)$ をどのような関数にするかを決める必要がある。そこでまず、対数周辺尤度を求めることでいずれのモデルがよいかを選定する。対数周辺尤度とはベイズ推定の枠組みにおいて、あるモデルが与えられた際にデータが出現する確率のことで、あるパラメータが所与として計算される尤度関数をパラメータの事前分布で期待値を計算したものであり、パラメータ数も含めてモデル選択に利用されるものである[11, 12, 15]。本研究では、価格と外部性の関数について対数変換を行うことも含め、次の5つのモデルを設定して比較した。価格+属性のモデル、価格(対数変換)+属性のモデル、価格+外部性+属性のモデル、価格(対数変換)+外部性(対数変換)+属性の

モデル、価格(対数変換)+外部性(対数変換)+属性のモデル。対数変換とは統計や計量経済などでも利用される変換であり、 $f(x_{t-1,i}^e)$ の関数を $x_{t-1,i}^e=x$ としたときに $f(x)=\ln(x+1)$ を計算することである。それ以外の変数についてはそのままの値を利用し、外部性の関数については $f(x)=x$ としている。対数周辺尤度の計算は、Gelfand and Dey (1994)の方法を用いて行った[15](表2)。

推定結果によれば、価格および外部性に対数変換をしたモデルの対数周辺尤度が最も高かったため、提案モデルの枠組み内においてこのモデルを採用した。価格のみのモデルよりも、外部性を組み込んだほうがより説明力が高いことは特筆すべきことである。

続いて、各推定値の分布を述べる²。図1はそれぞれ個人ごとの β_h の平均値 $E(\beta_h)$ の各成分の分布を示している(図1)。横軸は、 $E(\beta_h)$ の値で、縦軸は頻度(標本数)を表すヒストグラムである。これをみると、ジャンルの分布では、「推理小説(ミステリー小説)」は正の値をとる人が多く、好んでいる人が多い。一方「恋愛・青春小説」についてはやや負に偏りがあるため、苦手であるひとも多い。同様に「歴史小説」は負に強く分布していることが分かる。

価格についてはコストであるため、基本的に負であるがおおよそ釣鐘型になっている。外部性の分布も、釣鐘型の形状であるが負に作用しているひともいる。つまり、皆が買えば買うほど効用が減少するひとが一部いることが分かる。最後に受賞の有無については受賞がある場合は主として正に作用しており、一部負に作用しているといえる。

次に Δ の推定結果について述べる(表3)。パラメータは分布として与えられるがここでは平均値を利用することでその傾向を把握する。なお、太字で表しているのは、95%高確率密度(HPD: Highest Probability Density)領域を用いて各推定値が0ではないことを確認したものである。

表2 対数周辺尤度

モデル	対数周辺尤度
価格+属性	-11380.6
価格(対数)+属性	-8983.9
価格+外部性+属性	-11617.7
価格+外部性(対数)+属性	-11401.0
価格(対数)+外部性(対数)+属性	-8470.7

² なお、変数間の比較をする場合は、個人ごとにオッズ比や限界確率効果(marginal probability effect: MPE)の利用が必要である[20]。

図1 $E(\beta_h)$ の各成分の分布表3 Δ の統計量

	個人属性									
	性別(男性)	年齢	公務員	経営者・役員	会社員	自営業	専業主婦(主夫)	パート・アルバイト	学生	その他の職業
推理小説(ミステリー小説)	-1.047	0.040	1.206	-1.671	0.347	1.137	-1.423	-0.510	1.046	-0.497
恋愛・青春小説	0.198	0.035	0.042	-3.613	-1.404	0.531	-2.880	-0.991	-1.782	0.022
歴史小説	-1.578	-0.018	1.350	-3.906	1.440	1.231	0.037	1.868	0.308	0.408
価格	0.395	-0.022	-1.359	0.488	-0.663	-0.966	0.013	-0.668	-0.504	-0.550
受賞有	2.193	-0.006	-1.406	2.561	-1.798	-3.978	0.229	-0.114	-1.775	-5.011
外部性	-0.537	0.009	0.716	0.411	0.222	0.292	0.441	0.337	0.152	0.363

太字 95%高確率密度(HPD)領域で0を含まないことを示す

結果をみると、購入者のうち特に女性であること、また年齢が高くなればなるほど、外部性の効果が高いことが明らかとなった。男性=1、女性=0としているため、男性でなければ、必然的に女性となるため、男性であれば係数の値が低下する場合、女性である場合はその分全体より高くなる。他方、特に男性である

こと、また年齢が低いほど、外部性の効果が比較的低いといえる。このことは、補遺3で示した各属性ごとに選択した製品属性の構成比率にも表れており、女性であれば外部性の値が高いときに値が大きい(補遺3)。それ以外の係数について述べると、女性もしくは年齢が高いひとは「推理小説(ミステリー小説)」を好む傾

向にある。年齢が高ければ「恋愛・青春小説」は、好まれる。一方で経営者や会社員などではあまり好まれない。また会社員やパート・アルバイトで「歴史小説」が好まれる。「価格」については女性であればより負に働く、つまり、価格が高くなるとあまり受容されない。対して、年齢は高くなれば価格が上がっても受容されるが、公務員・会社員・学生・パートやアルバイトなどでは価格が上がれば受容されない。「価格」については補遺の比率からも明らかである。「受賞の有無」については男性であればより好まれることが明らかであるが、学生や会社員にはあまり好まれないことが明らかとなった。これらを補遺3の比率を見た場合、「ジャンル」や「価格」については、おおよそ類似した傾向がみられる。ただし、経営者で恋愛・青春小説が好まれていない。また「受賞の有無」に関しては、比率でみた場合、年齢の要素など他の要素も加わっておりやや違いがある。この違いは単純に比率でみた場合と、上記の多変量回帰によって要因を分離した場合では、要因が分離されより純粋に要因の影響が検出されているためであり、本手法を実行することの意義でもある。

4. 推定結果を用いたシミュレーション

4.1 方法

外部性の効果については、時間的な影響があり変数そのもの $x_{t,i}^e$ が時間によって変化していくため単純に推定結果のみで効果を知るのは難しい。そこで推定した結果を利用して、外部性を組み込まなかった場合と組み込んだ場合の販売数のパターンや、最終的な順位の比較を行う。本研究におけるシミュレーションの主旨は、各パターンの財が存在し、販売の実測値を復元するのが直接的な目的ではなく、外部性がある場合とない場合においてどの程度総販売数の順位が変動するか、そして外部性の有無により、総販売数に対してどのような時系列変化があるのかについて含意を得ることである。

ただし、下記の仮定を置いたシミュレーションとなっている。厳密にモデリングすることも可能であるが本研究は、外部性による効果について明確な含意を得るために、より単純なシミュレーションとなっている。

仮定1. 上記のモデルはある一時点で新たに認知をしたひとの購買を示している。

仮定2. ある時点において前期の総販売数を消費者が認知している。

仮定1はそもそも認知がなければ購買がないため、こうした想定をしている。ただし、機会是一次であり、

一度購入するか否かを判断したあとに再度判断することはないとしている。実際にはある時点で認知後に別の時点で販売数を知ることで購入することも考えられる³。しかし、本研究ではこうした効果を最も低く見積もった場合でさえ、外部性が総販売数に対して正の効果があることを示す。仮定2についても実際に総販売数の情報を認知しているケースは少ないと考えられるが、帯に販売数が記載されているほか、テレビやインターネット上でも推定販売数が公開されている。さらに書店においてもランキングという形で間接的に情報を得ているケースが多いため、こうした仮定を導入した。

上記の仮定と注意点に基づいて以下の購買のシミュレーションを想定する。シミュレーションは下記の四つのプロセスで構成されている。

- 1) まず、商品 i の属性 $x_{t,i}^a$ を設定する。
- 2) 時間 $t = 1$ において、推定したモデルによる各個人の購入確率 $P(y_{t,h,i} = 1)$ 、個人 h が代表する人口全体 Pop_h 、認知率 $Cog_{t,h,i}$ 、調整値 ad_i を用いて、 Pop_h における商品 i の販売数 $S_{t,h,i}$ を計算し、その値を用いて時点 t の総人口における販売数 $S_{t,i}$ を計算する。総販売数 $x_{t-1,i}^e$ は0とする。

$$x_{t-1,i}^e = 0$$

$$S_{t,h,i} = P(y_{t,h,i} = 1) \times Cog_{t,h,i} \times Pop_h \times ad_i$$

$$S_{t,i} = \sum_{h=1}^H S_{t,h,i}$$

- 3) 次に時間が $t > 1$ における販売数 $S_{t,i}$ を計算し、最終的に総販売数 $x_{t-1,i}^e$ を計算する。

$$x_{t-1,i}^e = \sum_{j=1}^{t-1} S_{j,i}$$

$$S_{t,h,i} = P(y_{t,h,i} = 1) \times Cog_{t,h,i} \times Pop_h \times ad_i$$

$$S_{t,i} = \sum_{h=1}^H S_{t,h,i}$$

$$t = t + 1$$

- 4) 以上を予め設定した時間の上限 $T \geq t$ になるまで3)を繰り返す。

t は架空の時間単位である。認知した時間1回につき、1度のみ購入の機会があるとしている。また、総販売数が公表されることも前提としている。書籍の場合、週間ランキングなどが公表されていることから1週間などの単位が利用されることも多い。 $S_{t,h,i}$ はある個人 h ($1 \leq h \leq H$, H は標本数全体) が代表する人口全体(後述)における商品 i の販売数である。 $S_{t,i}$ は単

3 認知後に別の時点で再度購入する際には、各消費者が別のどのタイミングで販売数を認知するのかなどのモデリングも必要となり、この場合売上に関連する要因の特定が難しくなる。

に総人口における販売数を示す。 $x_{t,i}^a$ は商品属性を示し、購入しない場合はそれらがすべて 0 であるとする。 $P(y_{t,h,i}=1)$ は 2 節で用いたモデルを利用して計算した確率である (いずれの本も購入しないと回答したひとは 0 とした)。 計算方法としては、3.2 の図 1 で用いた個人 h における β_h の平均値を利用している。 β_h の分布を利用した分布の計算も利用可能であるが、様々な条件下でのシミュレーションを行うため計算の簡便性を考慮し、平均値を用いた、個人 h が代表する人口全体 Pop_h というのは、人口/標本数である。 認知率 $Cog_{t,h,i}$ は、 h に対応する人口全体における商品 i の認知率である。 これは時間に対して線形に増加する場合や、正規分布の形状をする場合などがある [16]。 また過去の販売数 $S_{t,i}$ に依存したり、過去の認知率 $Cog_{i-1,h,i}$ に依存したり、広告戦略にも依存している。 ad_i を導入する理由は以下の二点である。 一点目は、実際の特定の一冊の書籍の販売数と、モデルにより計算されるある属性を持った書籍群への販売数の値を調整するためである。 二点目は、コンジョイント分析における選択は実際の購買と異なり調査に基づいたもので、購買したいという期待でしかなく、そのため、実際の購買と期待を合わせるための調整するためでもある。 これは得られる外部性の効果を現実のスケールにそろえることで、より直観的に販売数の変化の仕方や順位を把握しやすいかたちにするを目的として導入している。 これはスケールの変換のみで順序を変化させるものではないことに注意されたい。 一点目について、詳細に説明する。 本研究で導出される販売数は、ジャンル、受賞の有無、価格などの商品属性によって規定されているため、その属性を持つ書籍群すべての書籍の販売数の合計となる。 しかし、同じ商品属性内での競合の商品は複数存在しているため、実際の一冊の書籍販売数との差が出てしまうため調整が必要となる。 例えば、シミュレーション上で週ごとに 1,000 部販売するとしたとき、実際に個別の書籍あたり 100 部しか売れなかったときは 1/10 で調整する。 なお、本研究で扱っている、属性が同じである書籍群における各書籍の販売数は同一であると仮定している。

4.2 シミュレーションの設定と結果

外部性の効果をみるためのより具体的なパラメータを設定し、シミュレーションを行う。 例として一般的な「ミステリー小説、1525 円、受賞あり」という商品においていくつかの条件のもとで販売数がどのような動きをとり、最終的にどこに収束するかについてシミュレーションを行う。 本研究で行ったのは以下の 8 パ

ターンである。

1. 認知率(線形), 外部性(有), 受賞(有)
2. 認知率(線形), 外部性(有), 受賞(無)
3. 認知率(線形), 外部性(無), 受賞(有)
4. 認知率(線形), 外部性(無), 受賞(無)
5. 認知率(S 字), 外部性(有), 受賞(有)
6. 認知率(S 字), 外部性(有), 受賞(無)
7. 認知率(S 字), 外部性(無), 受賞(有)
8. 認知率(S 字), 外部性(無), 受賞(無)

認知率 $Cog_{t,h,i}$ は、 $t=21$ で全体 100% に到達することを仮定した。 また、分析の単純性を鑑み h に依存せず一定であることを仮定し、 $Cog_{t,i}$ とおく。 認知が線形に増加するというシミュレーションを行う理由は、認知率の効果を一定とすることで外部性のみの効果を確認するためである。 認知率を S 字にしたシミュレーションを行う理由は認知率が徐々に増加していくものを近似してシミュレーションするためである。 実際には先ほども述べたように認知率が総販売数や過去の認知、広告量に関係することもあるが、いずれの場合もおおよそ S 字型(もしくは S の開始地点に近い凹関数)になるため、簡単な近似としてロジスティック曲線($t=11$ でおよそ 0.5 になるように調整)を用いた [16]。

また、「受賞(有)」とするシミュレーションについては、発売後の $t=12$ 以降において製品属性の受賞有無の部分について、受賞が無しから有りに変更し、その結果導かれる購入確率を利用している。

本研究の Pop_h は日本の人口からランダムに標本を 413 抽出(ただし、20 歳以上 69 歳以下)したことを仮定しているため、83,178,616(平成 22 年国勢調査)/413 より、すべての h においておおよそ 20.14 万(人)と仮定している。

また、 ad_i はシミュレーション 1 を実行した結果、最終的に 2,000 万部の総販売数となったため、スケールを通常の書籍の総販売数と照らし合わせて最大の総販売数が 100 万部になるように調整係数を 1/20 とした。

認知率が線形に増加するシミュレーション 1~4 の場合の例を取り上げる(図 2)。 縦軸は総販売数、横軸は時間である。 外部性が有る無し(1 と 3, 2 と 4)では、増加の仕方が決定的に異なっている。 さらに受賞の有無(1 と 3, 2 と 4)があった前後でも外部性がない場合に比べてより効果が顕著に出ており、増加していることが明らかである。

次に、近似として認知率を S 字型としたシミュレーション 5~8 の場合の結果をみる(図 3)。 線形の場合と同様に最終到達点で外部性のありなし(5 と 7, 6 と 8)で差があること、また受賞の有無(5 と 6, 7 と 8)

図2 認知率が線形の場合の総販売数シミュレーション

図3 認知率がS字の場合の総販売数シミュレーション

による影響も差があることが明らかである。形状については、いずれもS字曲線をしており、外部性の有無、受賞の有無による違いは把握が難しい。ただし、 $t=10$ 前後で凸性を帯びているが、外部性を組み込んでいる場合はそれらがより強調されること分かる。ただし、1と5を比較した場合、最終的な値が5がやや小さいことが分かる。

これらシミュレーションの結果として言えることは主に次の三つである。

- ・外部性のありなしで、最終需要に2倍近くの差をもたらす。
- ・認知率の推移に関わらず、外部性が総販売数に対して正の効果をもたらす。

図4 書籍の発行部数に関する時系列推移の事例

・受賞などの別の要素が加わる場合は、外部性がある場合とない場合を比較すると、外部性がある場合のほうが総販売数に対して数倍以上の効果をもたらす。つまり、商品属性の効果をより強める効果がある。

最後に補足として、シミュレーションの結果と現実のデータを照らし合わせて、どのような差異があるかを確認する。上記のシミュレーションと似た状況にあり、発売後に受賞やプロモーションが増加した実際の例として、日本におけるベストセラー作品である「謎解きはディナーのあとで」(ミステリー小説、東川篤哉、小学館、1,575円)を取りあげる。実際のデータについては、外部性の効果、テレビで取り上げられた効果、テレビドラマ化の影響、映画化の影響など非常に多くの要素が関連してくるのでシミュレーションの事例とは異なっている。

図4は、「謎解きはディナーの後で」の出版後およそ1年の発行部数の時系列推移(2010年10月～2011年9月：前後は推定をしていない)である[1](図4)。2010年9月2日に単行本が刊行され、初版発行部数は7000部であった。また2010年11月に全国紙(朝日新聞)の書評にて取り上げられたり、CMの放映後、2011年2月の民放テレビ局のテレビ番組(TBSテレビの『王様のブランチ』)で著者のインタビューが放送された。2011年4月12日に書籍に関する賞(本屋大賞)を受賞した。2010年12月に発表された書籍に関するランキングで上位(2011本格ミステリベスト10のミステリランキングで9位)となっている。その後、テレビドラマ化などによりさらに販売数が増加した。

発売時点では徐々に販売は増加しているがおよそ線形で増加している。また12月前後から凸性を持った上

昇トレンドが観測できる。重要なのは、4月の本屋大賞の受賞である。受賞などの影響によって別の購入システムに移行し、凸性を持った増加トレンドが観測される。

こうした結果は、シミュレーションからも示唆される。受賞により、スケールがやや増加するのみならず、外部性の効果も加わることでより増加傾向が顕著になることを示していると考えられる（シミュレーション1や5）。これらは外部性の効果を示す実際の現象への一つの説明を与えるものと考えられる。

一方で、実際には事実としてテレビドラマ化などによる認知率の断続的な変化が存在しているため、詳細な検証のためにはこうした要素を導入および推定し、考慮する必要があるだろう。

5. 考察

本研究で明らかになったこととその考察を述べる。

1点目として、全体としての外部性の効果がどの程度あるのか、またどのような分布になっているのかが明らかになった。過去のマクロな準拠集団を持つ外部性の研究は、理論的含意が中心であった[10]。それに対し本研究は、実証への拡張という点で新規性がある。

ただし、マクロな外部性の効果について計測ができたが、マクロとミクロな外部性の効果を分離して組み込む必要もあると考えられる。また、パラメータの推定の際にインターネット調査を利用しているため、調査データにおけるバイアスも少なからず存在している。これらに対し、傾向スコアなどを利用することでよりバイアスを減少させて実際の値に近づけることも必要であろう。

2点目に、外部性を含むモデルを階層モデルにより拡張したことにより、外部性を形成する要因も明らかとなった。具体的には、性別では女性、また年齢としては高齢になるほど、外部性が高くなる傾向にあるといえる。以上のように、属性ごとの外部性の効果を具体的に特定することができた。これらは、企業に対して広告戦略の一貫として外部性に関する情報をどのような層に提供すればより効果的であるかという知見を提供する。既存の研究ではこうした外部性のパラメータに対する階層モデルの導入は論じられておらず、属性ごとの違い（異質性）が明らかではなかった。それらの推定が可能となっている点が本研究の貢献となっている。

3つ目に、ある前提のもとで、外部性が時間を通じて、最終的な販売数に対してどのような影響を及ぼすかが明らかとなった。具体的には、外部性のありなしで、総販売数に大きな差をもたらすこと、外部性があ

る場合、受賞の有無のような商品属性の効果をより強める効果があることが明らかとなった。すなわち、外部性の効果を組み込むと、売上を大幅に挙げることができる可能性があることを示した。そのため、企業は総販売数などの外部性の情報を時間の経過とともに消費者に提供することが重要であると考えられる。また既存のシミュレーション研究と異なり、本研究は動学的な外部性による販売数に対する影響を推定結果を用いて推定する方法論を示した[17, 18]。

ただし、シミュレーション結果について注意すべき点がある。認知するか否かの問題について、現在は属性に依存せず単純な仮定に基づく関数で代替しているが、実際には属性によって認知も異なる。加えて外部性からの影響を受ける可能性もある。こうした効果について調査をもとに織り込む必要がある。また、製品によっては、販売数やランキングのようなマクロな指標は定期的にしか観察できない点も注意が必要である。

6. まとめ

本研究は、マクロな準拠集団による外部性の効果を検証することを目的とした。そのために、外部性を組み込んだ階層ベイズモデルを提案し、さらにその推定結果を用いたシミュレーション方法を提案した。結果、外部性の分布、さらにはそれに関連する属性が明らかになった。また、動的な状況下において外部性にどのような効果があるかを示した。

今後の課題としてモデリングについては、考察でも述べたようにミクロなネットワーク外部性を組み込み比較をする必要がある。シミュレーションについては、詳細なデータを組みこむことも考えられる。例えば、認知率自体のモデリングや、複数の商品を導入した場合のシェアのシミュレーションが挙げられる。

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金24500183（金城）、24530264（海老名）、24730224（海老名）の助成のもとに行われたものである。また、東京理科大学の平成23年度特定研究助成金の助成をもとに行われたものである。

参考文献

- [1] オリコン株式会社: <http://www.oricon.co.jp/>, 2011.12
- [2] Grilo, I., Shy, O., Thisse, J.-F.: Price Competition When Consumer Behavior is Characterized by Conformity or Vanity, *Journal of Public Economics*, Vol.80, No.3, pp.385-404, 2001.
- [3] 杉田義弘, 片平秀貴: 消費者選択の相互依存性について, *マーケティング・サイエンス*, Vol.35, pp.19-32,

1990.

- [4] Witt, R.E., Bruce, G.D.: Group Influence and Brand Choice Congruence, *Journal of Marketing Research*, Vol.9, No.4, pp.440–443, 1972.
- [5] Park, C.W., Lessig, V.P.: Students and Housewives: Differences in Susceptibility to Reference Group Influence, *Journal of Consumer Research*, Vol.4, No.2, pp.102–110, 1977.
- [6] 土田尚弘: マーケティング・サイエンスにおける離散選択モデルの展望, 経営と制度, Vol.8, pp.63–91, 2010.
- [7] Brock, W.A., Durlauf, S.N.: Discrete Choice with Social Interactions, *Review of Economic Studies*, Vol.68, No.2, pp.235–260, 2001.
- [8] Brock, W.A., Durlauf, S.N.: A Multinomial-Choice Model of Neighborhood Effects, *American Economic Review*, Vol.92, No.2, pp.298–303, 2002.
- [9] Yang, S., Allenby, G.M.: Modeling Interdependent Consumer Preferences, *Journal of Marketing Research*, Vol.40, No.3, pp.282–294, 2003.
- [10] Shy, O.: *Industrial Organization—theory and application*, The MIT press, 1996.
- [11] Rossi, P.E., Allenby, G.M., McCulloch, R.: *Bayesian Statistics and Marketing*, WILEY, 2005.
- [12] 照井伸彦: ベイズモデリングによるマーケティング分析, 電機大出版局, 2008.
- [13] Leibenstein, H.: Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in The Theory of Consumer Demand, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.64, No.2, pp.183–207, 1950.
- [14] 合崎英男: Rを活用した選択実験向け選択枝集合の作成およびデータ分析用アプリケーションの開発, 行動計量学, Vol.36, No.1, pp.35–46, 2009.
- [15] Gelfand, A.E., Dey, D.: Bayesian Model Choice: Asymptotics and Exact Calculations, *Journal of the Royal Statistical Society B*, Vol.56, No.3, pp.501–514, 1994.
- [16] 井上哲浩: 広告4媒体効果算定および最適予算配分モデルの構築, 商學論究, Vol.47, No.5, pp.55–72, 2000.
- [17] 川村秀憲, 大内東: ネットワーク外部性の働く製品市場のモデル化とプレゼント戦略の評価, *日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌*, Vol.48, pp.48–65, 2005.
- [18] 小澤順, 中山雄司: ネットワーク外部性の働く市場における顧客シェア逆転のためのプレゼント戦略の有効性—スモールワールドネットワークモデルを用いた分析—, 知能と情報, Vol.22, No.2, pp.178–189, 2001.
- [19] Katz, M., Shapiro, C.: Systems Competition and Network Effects, *Journal of Economic Perspectives*, Vol.8, No.2, pp.93–115, 1994.
- [20] 北村行伸: *ミクロ計量経済学入門*, 日本評論社, 2009.

補遺1. 選択実験における調査票の一例

次にあげた商品のうち購入したいとおもうのはどれですか。ただし、国内の作家がかいた長編小説で新刊書に限ります。※以下の選択枝は、『ジャンル』『価格』『受賞有無』『発行部数』で構成されています。

【必須入力】

- A 『歴史小説』『1300円』『受賞なし』『100万部』
 B 『恋愛・青春』『1900円』『受賞あり』『1万部』
 C 『推理小説』『1900円』『受賞なし』『30万部』
 D 購入しない

補遺2. コンジョイントによりいずれかの書籍を購入するとしたひとの特徴

補遺3. 個人属性別選択における製品属性の比率

	選択数 (参考)	ジャンル				価格		外部性				受賞有
		推理小説	恋愛	歴史	1300	1600	1900	5万部	20万部	50万部		
全体	5112	29.8	21.7	16.7	31.0	19.9	17.3	15.2	24.0	29.0	37.9	
男性	2754	28.5	27.6	11.3	29.7	20.7	17.0	17.1	23.1	27.1	34.4	
女性	2358	30.9	16.7	21.2	32.1	19.2	17.6	13.6	24.7	30.6	40.8	
20歳	936	28.7	18.9	23.2	35.5	19.6	15.8	14.4	26.1	30.3	38.9	
30歳	1242	30.8	20.7	20.9	31.2	21.5	19.6	16.0	23.9	32.4	39.2	
40歳	936	31.7	17.4	15.4	28.5	18.7	17.3	14.6	22.6	27.2	35.8	
50歳	864	23.5	20.7	16.8	29.9	16.8	14.4	13.3	21.9	25.8	34.6	
60歳	1134	32.9	29.5	7.7	30.1	21.8	18.3	16.9	25.0	28.1	39.9	
公務員	162	25.9	20.4	4.3	21.0	19.8	9.9	17.9	22.8	30.2		
経営者・役員	162	35.8	27.2	4.3	30.9	16.7	19.8	17.3	27.8	22.2	35.2	
会社員	1746	30.6	19.5	17.6	31.2	20.1	16.5	14.8	23.5	29.6	35.7	
自営業	342	31.9	33.0	7.9	35.4	21.1	16.4	21.3	24.3	27.2	40.1	
専業主婦、主夫	1188	30.7	16.7	20.5	31.9	18.6	17.4	14.3	23.7	30.0	40.8	
パート、アルバイト	684	23.5	20.3	23.2	31.1	19.0	17.0	13.2	25.0	28.9	38.2	
学生	270	45.2	17.0	16.3	33.0	25.2	20.4	17.4	29.3	31.9	40.0	
その他	360	21.7	40.3	8.1	27.5	22.2	20.3	18.1	22.2	29.7	38.6	

いずれかの製品を選択した人(全選択が非購入を除く)をベースに用いて、各個人のすべての選択(各18ずつ)のうち、各ジャンルや価格などがどの程度含まれているかの計算を行った。非購入(製品属性が無し)の比率は未記載。

(2012年4月19日 受付)

(2012年12月10日 採録)

[問い合わせ先]

〒901-2701 沖縄県宜野湾市宜野湾2-6-1

沖縄国際大学 経済学部

金城 敬太

TEL: 098-892-1111

FAX: 098-893-3273

E-mail: to1307kk@gmail.com

著者紹介

きんじょう けいた
金城 敬太 [非会員]

2005年慶應義塾大学環境情報学部卒業。2007年慶應義塾大学大学院政策メディア研究科修了。2010年総合研究大学院大学複合科学研究科修了。2011年東京理科大学経営学部経営学科助教。2013年より沖縄国際大学経済学部経済学科専任講師。現在に至る。博士(情報学)。人工知能学会員、日本マーケティング学会員。主として、人工知能、マーケティング研究に従事。日本マーケティング研究に従事。

えびな たけし
海老名 剛 [非会員]

2002年横浜国立大学経済学部経済システム学科卒業。2006年東京都立大学大学院社会科学研究科経済政策専攻修了。2010年東京工業大学大学院社会理工学研究科社会工学専攻修了。2010年より東京理科大学経営学部経営学科助教。2013年より信州大学経済学部経済学科専任講師。現在に至る。博士(工学)。日本応用経済学会、日本オペレーションズリサーチ学会、日本経済学会、各会員。理論経済学の研究に従事。

An Analysis of Book Market with Consumption Externalities -Hierarchical Bayesian Modeling and Market Simulation

by

Keita KINJO and Takeshi EBINA

Abstract :

Consumption behaviors of some goods, such as books, compact disks and so on, are affected by others' consumption behaviors (externalities), which are represented by the amount of sales and their ranking positions. Although numerous attempts have been made to the externalities with micro reference groups, in particular buzz marketing, little attention has been paid to those with macro reference groups. This paper proposes a hierarchical bayesian model with the externalities. We estimate the parameters in our model, based on responses to a survey on books, which is used for conjoint analysis. By using the results of estimation, we make a simulation on book sales, taking the externalities into account. We clarify what distributions the externalities are and what attributes are affected by the externalities. In the book market, female has been more affected than male by others' behaviors. In addition, the externalities have more effects on older people. We illustrate that the number of total sales is higher when externality is present than when absent in our model, using numerical examples.

Keywords : Consumption externality, macro reference-group, hierarchical model, bayesian estimation, market simulation

Contact Address : **Keita KINJO**

College of Economics and Environmental Policy, Okinawa International University
2-6-1, Ginowan, Ginowan, Okinawa, 901-2701, JAPAN
TEL : 098-892-1111
FAX : 098-893-3273
E-mail : to1307kk@gmail.com