

5. 遺伝子組換え農産物に対する英国消費者の選好と環境意識 —— 潜在クラスモデルによる選択実験 ——

矢部 光保

アンドリアス・コントレオン

(ケンブリジ大学土地経済学部)

1. はじめに

BSE や残留農薬, 虚偽表示など食の安心と安全に係わる問題の顕在化にともない, このような問題を定量的に分析する研究が多く見られるようになってきた。その場合, 同じ技術でも, 消費者によって「安心」を感じたり「不安」を感じたりと, 消費者の多様性が技術の経済評価の結果に大きな影響を与えてくる。

そのため, 従来の研究では, 消費者に同一の効用関数を仮定したうえで, 所得や知識などの社会経済変数のレベルや遺伝子組換え (GM) 技術に対する反対意見の程度を説明変数に用いて, 消費者の多様性を説明することが多かった。そして, このような分析方法は, 消費者の考え方が同一方向に向い, 消費者属性のレベルの違いが結果に大きく影響を与えるような場合には, 有効であると思われる。

他方, GM 技術による食料生産に関しては, 多様な立場, 多様な考え方が存在する。例えば, 教育水準が高ければ GM 技術の受容可能性は高くなるという統計もあるが, しながら, 教育水準が高くとも GM に反対の人もかなりいると思われる。そこで, 本稿では, そもそも消費者は異なるグループに属し, 異なる形状の効用関数をも持っているとして分析を進める。このような方法論を採用するメリットは, 消費者をいくつかの同質なグループ (以下「セグメント (segment)」と呼ぶ) に分けることによって, セグメントごとに消費者が有する環境意識や食の安全性, GM 技術に対する考え方や回避行動が, より明確に分析できるからである。

具体的な評価対象としては, 飼料作物に対する GMO の使用や動物愛護の観点も分析するために, 英国における鶏卵の購買行動に注目した。英国を調査地と選んだ理由は, BSE など食の安全性の議論が活発であり, かつ環境意識の高い消費者が多いと考えたからである。

分析手法としては, 消費者からのアンケートデータから直接に効用関数を求める表明選好法 (Stated Preference Method) を採用し, その中でもランダム効用理論に基づく選択実験 (Choice Experiment) モデルを採用する。選択実験モデルは, 選択型コンジョイントとも呼ばれ, マーケティング・リサーチや交通・都市計画では広く用いられてきたが, 1990 年代に入ってから環境経済学の分野でも用いられ (Bennett and Russell (2001)), 近年では, 食品安全性の分析にも用いられている (Adamowicz, *et al.* (1999), 佐藤ら (2001),

澤田ら(2002)), そして, 選択実験では, 消費者選好の同質性 (homogeneity) を仮定した条件付ロジットモデル (Conditional Logit Model) がよく用いられている。

さらに, 本稿では消費者の異質性の分析を方法論上の課題とする。このためのモデルとしては, Train (1997) や Layton (2000) はランダムパラメータモデル (Random Parameter Model) を, あるいは Swait and Adamowicz (1996) は不等分散極値モデル (Heteroscedastic Extreme Value Model) を用いている。しかし, 本稿では, 幾つかのセグメントに消費者を分類し, セグメントごとの効用関数を推計して比較することを目的とするから, 潜在クラスモデル (Latent Class Model) を採用する。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節では潜在クラスモデルの理論モデルについて説明する。第3節では, 選択実験に使用した卵の商品属性やその水準について, プロファイルデザインの考え方を述べる。第4節では条件付ロジットモデルと潜在クラスモデルの推計結果について示す。第5節では非遺伝子組換え (以下, Non-GM) 農産物に対する限界支払意志額 (marginal willingness to pay, 以下 MWTP) を求めて, GMO 飼料の含有率の変化に対する支払意志額を推計して, GMO 回避の経済価値について考察を加える。そして第6節ではセグメントごとに消費者が有する環境意識や食の安全性, GM技術に対する考え方と社会経済的特質を確認した上で, より望ましい GMO 表示について検討し, まとめを行う。

2. 分析方法

(1) 潜在クラスモデル

潜在クラスモデルについては, Swait (1994) や Louviere *et al.* (2000) で論じられているが, ここでは主に Boxall and Adamowicz (2002) に依拠して定式化を行う。まず, N 人の個人と S 個のセグメントを仮定する。セグメントは 1 以上 N 以下とし, 各セグメントはそれぞれ潜在的に異なる効用関数を持っているが, 各人がどのセグメントに属しているかについて, 明確に分類することは困難であるとする。そのため, 各人の分類と消費行動を同時に説明する必要が生じるので, 分類のための関数と効用関数の 2 つの関数を同時に推計することになる。以下では, 伝統的な確率理論とランダム効用理論を用いて推計モデルを説明しよう。

最初に, 個人の所属セグメントについて問わない場合から定式化を始める。個人 n は効用 U を持っており, 代替案 i を選択するとき, その効用水準は

$$U_{ni} = V_{ni}(X_{ni}) + \varepsilon_{ni} \quad (1)$$

で表されるとしよう。ただし, X_{ni} は代替案 i の属性ベクトルであり, 代替案の属性に依存する確定項 $V_{ni}(X_{ni})$ と誤差項 ε_{ni} の 2 つの構成要素に分解できるとする。

このモデルにおいて, 個人 n は無限な商品の集合 C から一つの代替案を選択するとしよう。その場合, 代替案 i が選択される確率は, C における他の代替案 k が選択される確率よりも大きいと等しくなる。したがって, その確率は以下のように表現される。

$$\pi_n(i) = \Pr\{V_{ni} + \varepsilon_{ni} \geq V_{nk} + \varepsilon_{nk}; \forall i \neq k, \forall k \in C\} \quad (2)$$

ただし、McFadden (1974) に従い、条件付 (conditional) ロジットモデルを採用する。すなわち、効用 $V_{ni}(X_{ni})$ は線形関数で表現され、誤差項 ε_{ni} は第 I 種極値分布に従う独立同一分布 (iid) を仮定すれば、以下ようになる。

$$\pi_n(i) = \frac{\exp \mu(\beta X_i)}{\sum_{k \in C} \exp \mu(\beta X_k)} \quad (3)$$

ただし、 β は推計されるべきパラメータベクトル、 μ はスケールパラメータとするが、 β が推計できるようにするために μ を 1 と仮定する。さらに、 β には X_{ni} の属性だけでは評価できない効果を含めるように代替特定定数項 (ASC_i) が含まれる。また、(3) 式において、効用関数の確定項のパラメータは個人間において異ならない ($\beta_n X_i = \beta X_i$) とし、選好の同一性を仮定している。

次に、第 s セグメント ($s=1, \dots, S$) に属する個人 n が代替案 i を選択する場合の効用をランダム効用理論にも基づき考えよう。その場合、(1) 式の効用関数は

$$U_{ni|s} = V_{ni|s}(X_{ni|s}) + \varepsilon_{ni|s} \quad (4)$$

と表される。さらに、効用関数に線形性を仮定すれば

$$U_{ni|s} = \beta_s X_{ni} + \varepsilon_{ni|s} \quad (5)$$

となる。この場合、 β_s は第 s セグメント特有のパラメータであり、第 s セグメントに属する個人 n が代替案 i を選択する確率は

$$\pi_{n|s}(i) = \Pr\{V_{ni|s} + \varepsilon_{ni|s} \geq V_{nk|s} + \varepsilon_{nk|s}; \forall i \neq k, \forall k \in C\} \quad (6)$$

で表される。誤差項 $\varepsilon_{ni|s}$ についても同様に iid なる第 I 種極値分布に従うと仮定すれば、先の (3) 式は

$$\pi_{n|s}(i) = \frac{\exp \mu_s(\beta_s X_i)}{\sum_{k \in C} \exp \mu_s(\beta_s X_k)} \quad (7)$$

となる。ただし、スケールパラメータについては $\mu_s = 1$ と仮定する。

さて、潜在的なセグメント数 S が分かっており、観察不可能な潜在的所属分類尤度関数 M_{ns}^* によって個人はどれかのセグメントに分類されるとしよう。この場合、概念的な枠組みにおいては、 M_{ns}^* は個人の潜在的な知覚や態度と社会経済的特性の関数としよう。そうすれば、構造方程式として、以下のように表せる。

$$\begin{aligned} M_{ns}^* &= \Gamma_{ps} G_{np}^* + \Gamma_{as} G_{na}^* + \Gamma_{ns} S_n + \zeta_{ns} \\ G_{np}^* &= A_p G_{np} + \zeta_{np} \\ G_{na}^* &= A_a G_{na} + \zeta_{na} \end{aligned} \quad (8)$$

ただし、 M_{ns}^* は個人 n が第 s セグメントに入る場合の所属分類尤度関数である。 G_{np} と G_{na} はそれぞれ観察された知覚と態度の指標ベクトルである。 G_{np}^* と G_{na}^* は個人 n の潜在知覚変数および潜在態度変数のベクトルであり、また、 S_n は個人 n の社会経済的特性である。そして、 Γ_{ps} 、 Γ_{as} 、 A_p 、 A_a および Γ_{ns} はそれぞれ推定されるパラメータベクトルであり、

ζ_{ns} , ζ_{np} および ζ_{na} は誤差項である。

以下では、簡略化のため個人のレベルにおける潜在的所属分類尤度関数 M_{ns}^* を次のように表そう。

$$M_{ns}^* = \alpha_s Z_n + \zeta_{ns} \quad , \quad s=1, \dots, S \quad (9)$$

ただし、この Z_n は、個人 n の知覚と態度に関する指標と社会経済的特性に関するデータから成っている。このとき、個人 n は下のような条件を満たすときにのみ、第 s セグメントに所属するとしよう。

$$M_{ns}^* = \max\{M_{nj}^*\} \quad , \quad j \neq s, s=1, \dots, S. \quad (10)$$

この M_{ns}^* はランダム変数と仮定しているので、誤差項にある確率分布を当てはめることにより、式 (9) から、個人が第 s セグメントに所属する確率を計算することができる。そこで、誤差項 ζ_{ns} はスケールファクターを λ もち、(個人とセグメントおよび ζ_{np} と ζ_{na} に対して) 独立であって第 I 種極値分布に従うと仮定するならば、個人 n がセグメント s に属する確率は

$$W_{ns} = \frac{\exp \lambda(\alpha_s Z_n)}{\sum_{s=1}^S \exp \lambda(\alpha_s Z_n)} \quad (11)$$

のように表せる。この形式は多選択 (multinomial) ロジットモデルのそれであって、代替案の選択に関わる確率ではなく、個人の属性を評価するものである。もちろん、これ以外にセグメントに属する確率を表現する関数型もありうるが、少なくとも以下の条件を満たさなければならない。

$$\sum_{s=1}^S \pi_{ns} = 1 \quad \text{and} \quad 0 \leq \pi_{ns} \leq 1. \quad (12)$$

次に、 $\pi_{ns}(i)$ は、個人 n が第 s セグメントに属する確率と代替案 i を選択する確率の結合確率としよう。これは、式 (7) と式 (11) で定義される確率の積から

$$\pi_{ns}(i) = \pi_{n|s}(i) \cdot W_{ns} \quad (13)$$

となる。したがって、個人 n が代替案 i を選択する確率は以下のように表せる。

$$\pi_n(i) = \sum_{s=1}^S \pi_{n|s}(i) \cdot W_{ns} \quad (14)$$

すなわち、式 (14) に式 (7) と式 (11) を代入すれば以下の関係を得る。

$$\pi_n(i) = \sum_{s=1}^S \left[\frac{\exp \mu_s(\beta_s X_i)}{\sum_{k \in C} \exp \mu_s(\beta_s X_k)} \right] \left[\frac{\exp \lambda(\alpha_s Z_n)}{\sum_{s=1}^S \exp \lambda(\alpha_s Z_n)} \right] \quad (15)$$

さて、このモデルでは、個人が財の選択に関するデータと所属するセグメントを決定するデータとを同時に扱えるようになっている。すなわち、多選択ロジットモデルに対応した部分では所属するセグメントを決定するためのパラメータを含み、条件付ロジットモデルに対応した部分では所属したセグメントでの効用関数のパラメータを含んでいる。そして、両者を含むこのようなモデルは混合 (mixed) ロジットモデルと呼ぶ文献もある。

この (14) 式について、幾つかの特質を述べておこう。第 1 に、2 種類のスケールファクターが存在している。 λ はセグメントへの所属関数に係わり、 μ_s は第 s セグメントの効用関数に係わるものであるが、同時に推計できないために、ここでは両者とも 1 と仮定する。

第 2 に、各セグメントに対して、 $\alpha_s = 0$, $\beta_s = \beta$, $\mu_s = \mu$ とおくならば、式 (15) は条件付ロジットモデルになる。つまり、これは回答者の同質性を仮定して、セグメントの総数が 1 つの場合のモデルとなる。逆に、各人ごとに異なるセグメントに属し、かつ、回答者に全くの非同質性を仮定するならば、各人がそれぞれの効用関数のパラメータを持つことになる。その場合のモデルとしては、ランダムパラメータ・ロジット (あるいはプロビット) モデルが挙げられる。したがって、潜在クラスモデルは、幾つかのモデルを包含するモデルといえるが、実際の推計においては、幾つかのセグメントを仮定して推計するために、ある程度の非同質性を仮定したモデルということになる。

(2) 実証モデル

1) 遺伝子組換え飼料を含む卵の購入選択に関する意思決定モデル

遺伝子組換え飼料を含む卵の購入選択に関する意思決定の枠組みについて、McFadden (1986), Swait (1994), Boxall and Adamowicz (2002) に従い、パスダイアグラムで示そう。

およそ私たちが調査を通して知りえるのは、各人の社会経済的特性、態度や状況に対する考え方そして商品の選択結果である。ここでは、第 1 図のような関係を仮定している。第 1 図では、観察可能な指標は長方形の中に、潜在的な要素は楕円形の中に入れてある。

まず、観察可能な知覚と態度の指標は、潜在的な知覚と態度に関する個人の特性に反映され、社会経済的特性とともに潜在的所属分類尤度関数を構成する。次に、潜在的所属分類尤度関数によって個人が所属するセグメントが決定される。さらに、意思決定者は市場財の選好も決定するが、その選好は、個人の属性、市場財の特質および個人が属する潜在セグメントによって決定される。そして、これらの選好は、決定過程を経て、市場財の選択行動として観察される。

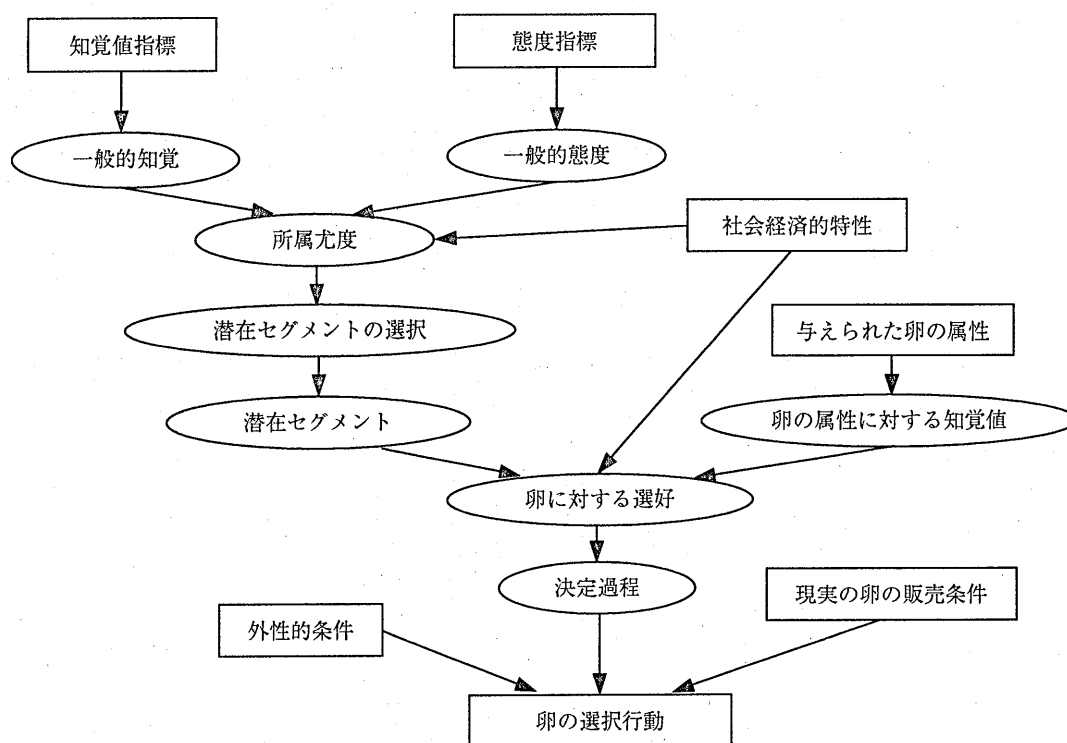
分析の手順としては、第 1 に、要因分析の手法をもちいて、 A_p と A_a のパラメータを推計する。

次に、試行的な潜在セグメントの数 S と各個人の知覚変数と態度変数の推定値 ($\hat{G}_{np}^*$ と $\hat{G}_{na}^*$) を用い、最尤法によって α_s と β_s を推計する。第 3 に、ある基準にしたがって最適なセグメント数を決め、それに応じたパラメータを求める。

なお、推計すべき対数尤度関数は式 (15) から以下のようなになる。

$$L(\alpha, \beta | S) = \sum_{n=1}^N \sum_m \sum_{i \in C_m} \delta_{nmi} \ln \left[\frac{\sum_{s=1}^S \frac{\exp \mu_s(\beta_s X_i)}{\sum_{k \in C_m} \exp \mu_s(\beta_s X_k)} \times \frac{\exp \lambda(\alpha_s Z_n)}{\sum_{s=1}^S \exp \lambda(\alpha_s Z_n)} \right] \quad (16)$$

ただし、 δ_{mni} は個人が代替案 i を選べば 1, そうでなければ 0 とする。また、 m は用意された 32 個の選択セットを示す。



第1図 購入する卵の選択と所属する潜在クラスの構造モデル

3. 選択実験のデザイン

(1) プロファイルの設計

本研究では、BSE など食品安全性の議論が高まっている英国において、主婦や社会人のフォーカス・グループへの面接、学生や消費者への予備調査を経て、英国消費者の食の安全や安心を評価するため、鶏卵に注目した。英国では、鶏の飼養状況や餌について、詳しく卵パックに記載されている。また、種類も我が国の卵に比較して豊富であり、少し大きめのスーパーでは常時 20~30 種類の卵パックが販売されていることから、多様な属性を扱うプロファイルデザインにおいて好ましい商品である。

プロファイルのデザインは、Louviere *et al.* (2000) を参考にし、属性は 5 種類とした。第1図に示すように、オプション A と B に入る属性とその水準については、①採卵鶏の飼養形態（フリーレンジ又はケージ）、②餌となる飼料栽培における農薬・化学肥料の使用の有無、③餌に含まれる GMO の含有率（0%, 1%, 5%, 30%）、④栽培・飼養・生産管理に関する情報や認証など生産情報の有無、⑤6 個入り M サイズの卵パックの価格（£0.38, £0.68, £0.98, £1.28）とした。そして、直交計画に基づき 32 セットを作成し、8 セットずつ、4 つのバージョンに分けた。

次に、オプション C における属性の水準については、高付加価値のものから低付加価値のものまで、市場で実際に販売されている代表的な 4 種類の卵を選び、各バージョンにそれぞれ代表的な卵の属性を入れた。

最後にオプション D については、「卵は買わない」というオプション (TA) と、「いつもの卵を買う」というオプション (TB) の 2 種類を用意して調査は合計 8 ($=4 \times 2$) つのバージョンを行ったが、ここでは前者の「卵は買わない」というオプションのデータのみを用いて分析を行う。なお、代替案の一例を第 2 図に示すが、代替案 4 を選択した場合には、その理由も質問した。

次のような卵が店頭で売られているとしたら、あなたはどれを買いますか。

属 性	オプション A	オプション B	オプション C	オプション D
採卵鶏の飼養形態	ケージ	フリーレンジ	フリーレンジ	卵は買わない 又は いつもの卵を買う
農薬・化学肥料	使用	無使用	無使用	
GMO の含有率	1%	5%	0%	
認証等の生産情報	有り	無し	有り	
卵の値段 (6 個入りパック)	128 ペンス	98 ペンス	146 ペンス	
どれか一つにチェックする	☐	☐	☐	

第 2 図 選択実験の質問例

(2) 調査の概要

2001 年 7 月下旬に、1,000 世帯を無作為抽出して予備調査を行った。標本抽出の手順は本調査と同じで、サンプル数のみ異なる。すなわち、アンケートを送付する世帯の選択については、Lynn and Lievesley (1991) に従い、北アイルランドを除く英国から代表的な 7 地域を選び、その地域を郵便番号によって 418 地区に分けた。さらに、この 7 地域の人口割合も考慮して各地域ごとに選択される地区数を決定した。地区は各地域ごとにランダムに選択され、合計 80 地区に対し各地区ごとに 25 世帯を電話番号から無作為抽出した。このような手続きを得て、本調査に使用する英国消費者 2,000 人を抽出し、アンケート調査を 2001 年 11 月下旬から 12 月に実施した。

まず、第 1 回目のアンケート票を郵送し、次いで督促の手紙、そして第 2 回目のアンケート票を送付した。アンケート票は各地域ごとに TA と TB を同数だけ郵送し、宛先不明などを除いた回収率は、TA で 33%、TB で 31% であった。その中から欠落事項の多いサンプルを除くと、TA では 312 名、TB では 270 名が使用可能な調査票となった。さらに、各人に提示された 8 回の選択実験のセットから無記入の回答を除くと最終的な標本サイズは TA で 1,753、TB で 1,551 となった。本稿では、そのうち TA の 1,753 個のデータを用いて分析を行う。

4. 推計結果

(1) 条件付ロジットモデル

第1表には、セグメントに分けていない場合を示す。モデル1は、通常の条件付ロジットモデルである。説明変数としては、飼養形態における動物愛護水準（放し飼い=1, ケージ飼い=-1）、農薬・化学肥料使用の有無（無使用=1, 使用=-1）、栽培・飼育・生産管理などの情報の有無（有る=1, 無し=-1）、Mサイズ6個入り卵の価格、そして飼料のGMO含有率（0%, 5%, 1%, 30%）である。

その結果、代替特定定数項は10%水準で、その他の各パラメータは1%水準でゼロと有為差をもった。また、符号条件を考慮して推計結果を読むと、飼養形態における動物愛護水準についてはケージよりフリーレンジの方が、化学肥料・農薬については使用された場合よりも使用されていない場合の方が、GMO含有率は低い方が、効用水準は高くなっている。また、栽培・飼育・生産管理の認証など生産情報がある場合にはない場合よりも、そして価格については安いほど効用水準が高くなっていることが分かる。

次に、回答者は単に飼料中のGMO含有率のみに反応するのではなく、飼料にGMOが含まれているか否かにも大きな影響を受けることが予想される。そこで、GMO含有率に加えてGMOの有無（Non-GM: GMOの含有率0%の場合=1, それ以外の場合=0）というダミー変数をつくり、このダミー変数を入れた推計結果をモデル2に示す。

推計結果は、新しく導入したNon-GMのパラメータは1%水準でゼロと有為差をもち、Non-GMの方がそうでない場合に比較して、より高い効用水準をもつことが明らかになった。また、代替特定定数項は10%水準でもゼロと有為差がなくなった点、商品情報は1%水準から5%水準に有為差が変化した点で、モデル1と異なったが、傾向としては殆ど同じである。

第1表 条件付ロジットモデルによる推計結果の比較

説明変数	モデル1	モデル2
代替特定定数項	-0.7221 * (-1.767)	-0.1236 (-0.952)
動物愛護（放し飼い=1, ケージ=-1）	0.7241 *** (16.299)	0.8077 *** (17.293)
化学肥料・農薬（無使用=1, 使用=-1）	0.4261 *** (11.987)	0.3104 *** (7.732)
Non-GM（0%=1, その他=0）	-	0.9454 *** (9.343)
GMO含有率（%）	-0.0273 *** (-6.879)	-0.0134 *** (-3.225)
商品情報の有無（有り=1, 無し=-1）	0.1407 *** (3.8477)	0.0977 ** (2.542)
価格（ポンド）	-0.3499 *** (-3.105)	-0.9091 *** (-6.621)
対数尤度	-2134.83	-2084.45
ρ^2	0.118	0.139

注 (1) 括弧内の数値は漸近的t値であり、***, **, * は推計係数が1%, 5%, 10%水準で0と有意差を持つことを示す。

(2) $\rho^2 = |1 - \text{AIC}/2\text{LL}(0)|$

Non-GM のパラメータを追加した効果について、モデル 1 とモデル 2 を尤度比検定量で比較すると、 $100.76 (= -2 \times (-2134.83 - (-2084.45)))$ となった。この値は、有意水準 1% の $\chi^2(1) = 6.635$ よりもかなり大きいことから、回答者は Non-GM というパラメータの追加に影響を受けないという帰無仮説は棄却される。したがって、Non-GM というパラメータを含むモデル 2 が、より望ましいモデルであることが明らかになった。

そこで、モデル 2 の推計結果を確認しておこう。つまり、飼養形態における動物愛護水準が高い場合、化学肥料・農薬が使用されていない場合、Non-GM の場合、また GM であるならば GMO 含有率がより低いほど効用水準が高くなる。また、栽培・飼育・生産管理の認証など生産情報がある場合や価格が低い場合には、効用水準が高くなっていることが読み取れる。

(2) 潜在クラスモデルの推計結果

次に、潜在クラスモデルの推計結果を求めよう。手続きとしては、①因子分析を用いて 5 段階評点をもつ 37 項目の質問から、幾つかの因子を抽出し、これを潜在変数とする。②その因子を含む潜在クラスモデルについて、セグメント数を 1 つずつ増加させ推計結果を比較し、最適なセグメント数を決定する。③最適なセグメント数での推計結果から、各パラメータに対応した限界支払意志額 (MWTP) を求める。

1) 因子分析による潜在変数の推計

環境保全や動物愛護への関心、健康や食の安全性に関する関心、日常の買い物での行動、環境倫理、遺伝子組換え技術に関するリスクや政府・企業への信頼、遺伝子組換え食品に関する考え方について、37 項目の質問を 5 段階評価で行った。質問の内容は第 2 表に示すとおりである。

ここで、第 2 表では、各設問に対して 5 件法による順序尺度で評価し、「全く合意する」か「いつもする」であれば 1、「全く合意しない」か「いつもしない」であれば 5 とした。ただし、例えば、環境を大変心配している人は、「自然のバランスは大変微妙で壊れやすい」について「全く合意する：1」を選ぶであろうし、「人間が直面しているいわゆる「生態系の危機」は、かなり大げさに言われている」については「全く合意しない：5」を選ぶであろう。そこで、回答の評点の振れを同一方向に合わせるために、内容に応じて、評定尺度を逆の順序に並べ替えたものもある。そして、逆転をさせた場合には、表の第 3 列の「評価値の逆転」を「有」と表し、逆転が無いには「無」とした。

次に、これら態度と意識に関する 37 個の設問については、それら全部を回答した者は全体の 65% であった。通常の要因分析のプログラムソフトでは、1 つでもデータに欠足があれば、その回答者のデータは分析に使用できないために、生のデータをそのまま使うならば 35% のデータを失うことになる。他方、回答が欠落していた回答者について、37 の設問のうち未記入数が 1 から 6 個までしかなかった者は、欠落のある回答者の 82% に及んだ。そこで、6 個までの未記入項目について、何らかの方法で回答を推計すれば全体の 28.7%

第2表 態度及び行動に関する質問とそのコード化

質問 番号	環境保全や動物愛護への関心 1→ 環境保全への関心は低い 5→ 環境保全への関心は高い	評価値の逆転 (注)
1	地球は、非常に限られた空間と資源をもつ宇宙船のようなものだ	有
2	自然のバランスは大変微妙で壊れやすい	有
3	人類が直面している、いわゆる「生態系の危機」は、かなり大げさに言われている	無
4	人間の食に供される家畜は、望ましい飼養環境の下で飼育されている	無
5	人間は環境をひどく乱用している	有
6	人間が自然に干渉するとき、しばしば悲惨な結果を招く	有
	健康への関心 1→ 健康への関心は低い 5→ 健康への関心は高い	
7	浄水器を使ったり、ミネラル・ウォーターを買ったりする	有
8	有機食品を買う	有
9	ファースト・フードやレトルトフードをよく買って食べる	無
10	栄養補助食品（サプリメント）を買う	有
	食の安全性 1→ 食品安全性について全く心配していない 5→ 食品安全性について大いに心配している	
11	今日の食品添加物で、自分の健康が損なわれることはない	無
12	レストランなど飲食店は、食べ物を十分に気をつけて扱ってはいない	有
13	現在我々が直面している多様なリスクと比べれば、食の安全性のリスクはあまり重要でない	無
14	政府は食物の安全性確保のために、もっとお金をかけるべきだ	有
15	栄養分や原材料の情報を得るために、食品のラベル表示を見る	有
16	食品安全性の情報を得るために、食品のラベル表示を見る	有
	価格への関心 1→ 価格への関心は低い 5→ 価格への関心は高い	
17	店に行く前には、詳しい買い物リストをつくる	有
18	食物を買うときには、割引券や特売品をよく利用する	有
19	特売のときに、食物を買いだめしておく	有
20	日用品を買うときに、お買い得品を探して何店かまわる	有
	環境意識 1→ 環境を改変してもよい 5→ 環境を改変しない方がよい	
21	人間は必要に応じて自然環境を改造する権利を持っている	無
22	大多数の人が遺伝子組換え食品を好むならば、遺伝子組換え食品は許可されるべきである	無
23	遺伝子組換え食品に利点があるとしても、もとより自然に反している	有
24	遺伝子組換え技術は医療目的であっても使用されるべきではない	有
	遺伝子組換え技術に関するリスクや政府・企業に対する信頼 1→ GM 技術を受容し、政府・企業を信頼している 5→ GM 技術を心配し、政府・企業を信頼していない	
25	食品ラベルにある食品安全性や栄養価の情報は信頼できる	無
26	一般の人々が遺伝子組換え食品の摂取を避けたいと思うなら、そうすることができる	無
27	遺伝子組換え食品に含まれるリスクが何であれ、私たちが本気で避けようとするれば避けられる	無
28	もし遺伝子組換え食品について何か間違いが起これば、地球規模の大事件となるだろう	有
29	遺伝子組換え食品による悪影響が現れたとしても、遠い将来のことだ	無
30	政府は医療、農業及び食品産業等における遺伝子組換え技術の適正利用について注意深く監視している	無
31	科学者たちは遺伝子組換え技術の使用について責任ある対応をとっている	無
32	遺伝子組換え作物の生産者は、人間の健康と環境に対する潜在的危険性について配慮している	無
	遺伝子組換え食品に対する考え方 1→ 肯定的態度 5→ 否定的態度	
33	非遺伝子組換え食品より安ければ、遺伝子組換え食品を買ってもよい	無
34	通常の食品と同じ値段で、ビタミン・栄養価がかなり高いならば買ってもよい	無
35	通常の食品と同じ値段で、低農薬・低化学肥料で生産されたならばGM 食品を買ってもよい	無
36	通常の食品と同じ値段で、かなり美味しければGM 食品を買ってもよい	無
37	遺伝子組換え技術を食料生産に使用するならば、世界の食料問題の解決に役立つ	無

注. 「全く同意する」か「いつもする」ならば1, 「全く同意しない」か「いつもしない」ならば5 という評点を与えた場合, 「無」ならばそのままの順序で, 「有」ならば逆の順序にして5 件法による順序尺度で評価したことを示す.

($=35 \times 0.82$) の利用が可能となるため、Bernaards and Sijsma (1999), (2000) に従い、以下のようにして未記入のデータを推計して使用した。すなわち、未記入項目が6個までの回答者のデータに対して、第2表に太字で示す7つのクラスターごと（例えば、「食の安全性」）に、各人のスコアの平均点を代入して、新たなデータを作成した。ただし、あるクラスターの全てのスコアがない場合には、その回答者のデータは使用しなかった。

因子分析については、STATA7のパッケージプログラムを用いて、まず、態度と意識に関して、考えられうる37個の全部の因子について固有値を求めた。次に、一般的な因子数の決定基準に従い、固有値が1以上の因子を抽出すると因子数は5となった (Child 1990; Harman 1976)。そして、バリマックス回転を行い、因子負荷行列を求めると第3表のようになった。因子負荷量が0.40以上の因子については、その因子から負荷を受けていると考え (Harman 1976)、第3表では影をつけて表している。

ここで、第1因子は、質問番号の22-24及び33-37において0.4以上の因子負荷量を持ち、それを解釈するとGM技術やGM食品に対する「倫理的反対」と読めるであろう。第2因子は、質問番号の4は（生産者の動物愛護に対する疑念）、11は（食品添加物に対する心配）、21は（人間の自然改変に対する反対姿勢）、25-27は（GM食品を含む消費者の側からの食のリスク回避の難しさ）、30-32は（GM技術について政府や企業活動、科学者に対する不信）を示すものであろうから、これらはGM食品の供給サイドに対する「不信」を表すものと読める。第3因子は、1、2、5及び6であり、これらは強く人間の環境に対する行為を憂慮しているものであるから「環境憂慮」と読める。第4因子は、質問番号の18-20であり、価格を意識した購買行動に対応しており、「価格重視」の購買行動と読める。第5因子は、質問番号の8、15と16であり、健康や「食の安全性」に対する高い関心と読める。

2) 潜在クラスモデルの特定化とセグメント数の決定

潜在的所属分類尤度関数 M^* の変数については、2種類の変数からなる。その第1は、先ほどの因子分析の結果を用いるものであり、各サンプルに対して、潜在的な行動と態度に関する特性を表す5個の因子得点による変数を作り出すことによって得られ、(9)式の Z_n ベクトルの中に含まれるものである。

第2は、社会経済的特性を示す変数であり、教育水準ダミー（1=大学卒以上、0=その他）と所得（ $\ln$ （年間所得））を採用した。両者の相関係数は0.399と若干の相関が見られるが、同じ所得でも教育水準の違いによって反応が異なると考え、この2つの変数を用いた。

次に、卵の属性から得られる効用の推計に関わる変数は、条件付ロジットモデルと同じ変数を用いる。なお、潜在クラスモデルでは回答者の社会経済的特性はセグメントの所属に対する影響を通して、間接的に卵の選択に影響を与えると仮定されている。

潜在クラスモデルのための最尤法の推計プログラムは、Gauss X for Windows を使用し、(16) 式に対して BHHH と BFGS を併用したアルゴリズムを用いた。初期値はセグメント数の少ないモデルの推計結果を利用して、次にセグメント数の多いモデルの初期値に採

第3表 態度及び行動に関する因子分析の結果

番号	質 問 項 目	抽出された要因				
		第1因子 (倫理的反対)	第2因子 (不信)	第3因子 (環境憂慮)	第4因子 (価格重視)	第5因子 (食の安全性)
1	地球は、非常に限られた空間と資源をもつ宇宙船のようなものだ ^(注)	0.234	0.043	0.439	0.010	-0.024
2	自然のバランスは大変微妙で壊れやすい	0.264	0.104	0.536	0.099	0.103
3	人類が直面している「生態系の危機」は、かなり大げさに言われている	0.036	0.382	0.135	-0.156	0.083
4	人間の食に供される家畜は、望ましい飼養環境の下で飼育されている	0.103	0.475	0.134	0.003	0.256
5	人間は環境をひどく乱用している	0.217	0.129	0.676	-0.031	0.107
6	人間が自然に干渉するとき、しばしば悲惨な結果を招く	0.286	0.047	0.614	-0.026	0.122
7	浄水器を使ったり、ミネラル・ウォーターを買ったりする	0.077	0.164	0.024	0.140	0.339
8	有機食品を買う	0.220	0.268	0.074	-0.080	0.446
9	ファースト・フードやレトルトフードをよく買って食べる	0.240	0.037	0.188	-0.090	0.169
10	栄養補助食品（サプリメント）を買う	0.103	0.184	-0.002	0.102	0.254
11	今日の食品添加物で、自分の健康が損なわれることはない	0.221	0.523	0.209	-0.077	0.224
12	レストランなど飲食店は、食べ物を十分に気をつけて扱ってはいない	0.054	0.036	0.273	0.072	0.014
13	現在の多様なリスクと比べれば、食の安全性のリスクはあまり重要でない	0.241	0.358	0.057	0.033	0.240
14	政府は食物の安全性確保のために、もっとお金をかけるべきだ	0.195	0.020	0.306	-0.046	0.089
15	栄養分や原材料の情報を得るために、食品のラベル表示を見る	0.181	0.119	0.059	0.001	0.629
16	食品安全性の情報を得るために、食品のラベル表示を見る	0.183	0.087	0.165	0.012	0.688
17	店に行く前には、詳しい買い物リストをつくる	0.102	-0.018	0.034	0.239	0.209
18	食物を買うときには、割引券や特売品をよく利用する	-0.064	0.030	0.044	0.599	0.074
19	特売のときに、食物を買いだめしておく	-0.139	0.034	-0.026	0.619	-0.091
20	日用品を買うときに、お買い得品を探して何店かまわる	0.027	-0.055	-0.073	0.472	0.057
21	人間は必要に応じて自然環境を改造する権利を持っている	0.379	0.401	0.175	0.108	0.039
22	大多数の人がGM食品を好むならば、GM食品は許可されるべきである	0.490	0.317	0.224	-0.010	0.192
23	GM食品に利点があるとしても、もとより自然に反している	0.459	0.102	0.313	-0.049	0.103
24	GM技術は医療目的であっても使用されるべきではない	0.420	0.082	0.220	-0.013	0.009
25	食品ラベルにある食品安全性や栄養価の情報は信頼できる	0.153	0.430	0.056	0.207	0.051
26	一般の人々がGM食品の摂取を避けたいと思うなら、そうすることができる	0.110	0.735	-0.005	-0.034	0.098
27	GM食品に含まれるリスクが何であれ、本気で避けようとするれば避けられる	0.189	0.723	0.005	-0.039	0.073
28	もしGM食品について何か間違いが起これば、地球規模の大事件となる	0.261	-0.002	0.319	-0.048	0.165
29	GM食品による悪影響が現れたとしても、遠い将来のことだ	-0.124	0.185	-0.162	-0.174	0.019
30	政府はGM技術の適正な産業的利用について注意深く監視している	0.234	0.647	0.154	0.080	0.057
31	科学者たちはGM技術の使用について責任ある対応をとっている	0.170	0.641	-0.053	0.096	-0.011
32	GM作物の生産者は健康と環境に対する潜在的危険性について配慮している	0.254	0.543	0.144	-0.037	-0.061
33	非GM食品より安ければ、GM食品を買ってもよい	0.858	-0.100	-0.104	0.053	-0.026
34	通常の食品と同じ値段で、高ビタミン・栄養価のGM食品なら買ってもよい	0.917	-0.084	-0.067	0.007	-0.04
35	通常の食品と同じ値段で、低農薬・低化学肥料のGM食品なら買ってもよい	0.889	-0.119	-0.071	-0.005	-0.053
36	通常の食品と同じ値段で、かなり美味しければGM食品を買ってもよい	0.919	-0.120	-0.094	0.007	-0.134
37	GM技術を食料生産に使用するならば、世界の食料問題の解決に役立つ	0.549	-0.301	-0.089	0.061	-0.024
	固有値	7.877	2.418	1.457	1.211	1.059

注. 幾つかの調査項目については、スペースを節約するために簡略化した言葉を用いている。

用したが、収束しなかった場合には、それらの値を多少変えて初期値とした。

第4表では、セグメント数の増加にともなう対数尤度、 $\overline{\rho^2}$ 、AIC（赤池情報基準量）およびBIC（バインジアン情報基準量）の値を示してある。まず、対数尤度と $\overline{\rho^2}$ については、セグメント数の増加に従って向上している。このことは、複数のセグメントが存在することを支持するものである。最適なセグメント数の決定にあたっては、3セグメントが最も望ましいと思われる。その理由として、まず、AICについては、2セグメントから3セグメントへの増加については、大きく改善しているものの3セグメントから4セグメント、4セグメントから5セグメントについては改善の程度が少なくなっている。同様に $\overline{\rho^2}$ についても、3セグメントを超えるとそれほど増加しなくなっている。最後に、BICについては、3セグメントが最小の値となっているからである。

第4表 潜在クラスモデルにおけるセグメント数の増加と推計効率

セグメント数	パラメータ数 (P)	対数尤度 (LL)	$\overline{\rho^2}$	AIC	BIC
1	8	-2084.45	0.139	4184.9	2106.37
2	24	-1737.29	0.275	3522.57	1803.05
3	40	-1653.58	0.303	3387.15	1763.19
4	56	-1620.35	0.310	3352.71	1773.81
5	72	-1587.87	0.315	3319.74	1785.18

注 (1) 240 個人 (N) から 1753 のサンプルをつくっている。

(2) AIC (Akaike Information Criterion) は $-2(LL - P)$ である。

(3) $\overline{\rho^2} = |1 - AIC/2LL(0)|$ である。

(4) BIC (Bayesian Infomation Criterion) は $-LL + (P/2) * \ln(N)$ である。

3) 3セグメンモデルの推計結果

①所属セグメント関数の推計結果

第5表には、3セグメントモデルの潜在的所属分類尤度関数と効用関数の推計係数を示してある。大部分の推計係数は1%水準でゼロと有為差をもち、良好な推計結果と思われる。特に、潜在的所属分類尤度関数の推計係数は、第3セグメントの「食の安全性重視」に関する推計係数が10%水準でゼロと有為差があることを除き、全て1%水準で有為差をもつ。

また、第1セグメントの推計係数はゼロに基準化され、第2セグメントと第3セグメントの推計係数はこれに対応して推計されるために、それらの解釈は基準となる第1セグメントの係数との比較で解釈されることになる。

そこで、潜在的所属分類尤度関数の推計係数の符号のみ取り出して示すと、第6表のようになる。第2セグメントの推計係数から見ていくと、第2セグメントは、GM食品に対する「倫理的反対」、政府・企業に対する深い「不信」、地球規模の環境問題に関する「環境憂慮」そして健康や「食の安全性重視」に対する高い関心を示していることが読み取れる。また、このセグメントは「価格重視」の傾向が弱く、社会経済的特性としては、所得は高いものの、教育水準は余り高くないという傾向がある。したがって、第2セグメントは食品安全性に加えて環境問題にも関心が高いことから「食と環境派」と呼べるであろう。

第5表 潜在クラスモデルによる計測結果

説明変数	第1セグメント (GM 楽観派)	第2セグメント (食と環境派)	第3セグメント (GM 不信派)
潜在的所属分類尤度関数			
定数項	0	-0.3146 *** (-2.411)	-4.387 *** (18.151)
(倫理的反対)	0	1.616 *** (10.707)	4.294 *** (5.272)
(政府・企業不信)	0	1.728 *** (8.638)	1.294 *** (3.241)
(環境憂慮)	0	0.686 *** (4.637)	-1.898 *** (-3.463)
(価格重視)	0	-0.429 *** (-2.917)	2.586 *** (5.044)
(食の安全性重視)	0	1.637 *** (7.890)	-0.766 * (-1.923)
教育水準	0	-1.219 *** (-5.005)	3.870 *** (4.866)
所得水準	0	0.1886 *** (3.424)	-1.149 *** (-3.366)
効用関数			
代替特定定数項	2.106 *** (9.115)	-5.611 *** (-34.309)	2.635 *** (3.071)
動物愛護 (放し飼い=1, ケージ=-1)	0.755 *** (13.442)	8.105 *** (29.685)	0.010 (0.036)
化学肥料・農薬の使用 (無使用=1, 使用=-1)	0.163 *** (3.353)	3.241 *** (7.601)	1.316 ** (2.589)
Non-GM (0%=1, その他=0)	-0.141 (-1.040)	3.054 *** (3.014)	3.324 *** (2.886)
GMO 含有率 (%)	-0.0171 *** (-3.699)	-3.471 *** (-4.618)	-2.311 *** (-3.635)
商品情報の有無 (有り=1, 無し=-1)	0.0120 (0.254)	0.228 *** (8.658)	0.788 ** (2.129)
価格 (£)	-1.463 *** (-7.872)	-5.717 *** (-11.670)	-5.679 *** (-3.104)
構成割合 (%)	53.5	38.8	7.7

注 (1) 括弧内の数値は漸近的 t 値であり, ***, **, * はそれぞれ推計係数が 1%, 5%, 10% 水準で 0 と有意差を持つことを示す。

第6表 各セグメントの特徴

	第1セグメント (GM 楽観派)	第2セグメント (食と環境派)	第3セグメント (GM 不信派)
倫理的反対	-	+	+
政府・企業不信	-	+	+
環境憂慮	?	+	-
価格重視	?	-	+
食の安全性重視	?	+	-
教育水準	?	-	+
所得水準	?	+	-

次に、第3セグメントの特徴を見ると、強いGM食品に対する「倫理的反対」の傾向を示し、それらを生産する政府・企業・科学者に対する深い「不信」を抱いている反面、地球規模の環境問題に関する「環境憂慮」に対してはそれほど関心を示していないのが特徴的である。また、有機農産物の購買などの「食の安全性」に関わる購買行動はあまりとっていない。他方、このセグメントは、教育水準は高いものの、所得は相対的に低いという社会経済特性は、「価格重視」の傾向を持つことと整合的である。したがって、第3セグメントは、第3表からも読み取れるように、GM食品に対する強い「倫理的反対」の推計係数が大きいものの、低所得とあいまって食の安全性を確保するための購買行動までには結びつかないために、ここでは<GM不信派>と呼ぶことにしよう。

最後に、第1セグメントについては、この符号条件は第2及び第3セグメントの符号条件から類推される。つまり、第2及び第3セグメントの推計係数の符号が両者とも正であれば、第1セグメントの変数は負の傾向をもち、両者とも負であれば第1セグメントの変数は正の傾向をもつことが明らかであるが、第2及び第3セグメントの推計係数の符号が異なれば第1セグメントの変数の符号条件は明らかではない。したがって、第1セグメントの傾向として明確に傾向が読み取れるのは、「反GM食品」の態度をあまり示していないこと、および政府・企業・科学者に対しても「不信」の念をあまり抱いていないことであろう。したがって、第1セグメントは<GM楽観派>と呼ぶことにしよう。

ただし、注意しておくべきことは、どのセグメントも、多様な特性をもち、一つだけの特性で表現しえるものでもないが、特徴的な部分に注目して、本稿では、そう名づけたということである。

②効用関数の推計結果

次に、効用関数の推計係数を見ていこう。第1セグメントについては、動物愛護の水準が改善した場合、また農薬・化学肥料が無使用であった場合には、推計係数が有為水準1%でゼロと有為差を持ち、符号条件が正であるから、効用水準が向上するという一般的な特質をもつ。他方、第1セグメントで特徴的なのは、Non-GMと商品情報の有無という2つの推計係数が10%水準でもゼロと有為差がないことであり、GM技術や食品に対する「楽観派」的なセグメントの特性とも一致する点である。ただし、注意すべき点としては、GMO含有率は有為水準1%で負の符号を示すことから、食品に含まれるGMOの増加に対してマイナスの効用をもつものの、推計係数の絶対値は価格の推計係数に比較して小さい為、購買行動におけるマイナスの影響はそれほど大きくないものと思われる。同様に、Non-GMのダミー変数が10%水準でも有為でないことから、GMOの有無についても関心が高いとはいえない。

第2セグメントについては、全ての推計係数が1%水準でゼロと有為差をもち、予想された符号条件とも一致している。特に、動物愛護の推計係数が相対的に大きく、環境倫理的問題に関心の高いことが窺える。また、農薬・化学肥料の無使用やNon-GMに対しては正の推計係数となり、GMO含有率の増加に対しては顕著なマイナスの効果をもつことか

らも、食の安全に対しては関心が高いことが読み取れる。また、商品情報の有無については、有る方が効用水準は高くなるものの、推計係数は小さいために効用の増加は少ない。このような第2セグメントの推計結果は、所属セグメント関数の＜食と環境派＞の特質とも整合的な推計結果となっている。

第3セグメントの特徴としては、Non-GM については正の、GMO 含有率については負の有為水準 1%の推計係数を持つことから、GM 回避的傾向が強い。また、農薬・化学肥料の無使用に対しては 5%水準で正の符号条件を持ち、これら 3 変数の推計係数の絶対値は相対的に小さくない。商品情報に関する推計係数については、情報を有することに対して 5%水準で正の符号条件を持つものの、推計係数の値は小さいために、商品情報が有ることによる効用の増加も小さい。他方、動物愛護の推計係数については 10%でもゼロと有為差を持たないが、価格の推計係数はゼロと 1%水準で負の符号条件を持つ。これより、動物愛護には関心を持たないが、GMO や農薬・化学肥料は避け、商品情報自体は評価し、かつ価格への関心は高いという＜GM 不信派＞の消費者像が浮かび上がる。このような消費者の特性は、GM 企業や政府への不信感を抱き、所得水準も低く、従って有機農産物等を日常的に買うということはないという所属セグメントの推計結果とも整合的であろう。

このように各セグメントの特徴を観察した後、セグメントごとに説明変数の変化に対する限界支払意志額 (MWTP) を求めよう。求め方は、セグメントごとに効用関数の推計係数を価格の推計係数で除し、その商の符号を逆転すればよい。これより、第2及び第3セグメントでは、Non-GM であること、あるいは GMO の含有率を下げることにに対して高い MWTP を持つが、第1セグメントの楽観派ではそうではないことが読み取れる(第7表)。

第7表 説明変数ごとの限界支払意志額

(単位: ポンド)

変 数	条件付 ロジットモデル	3 セグメント モデル		
		第1セグメント (GM 楽観派)	第2セグメント (食と環境派)	第3セグメント (GM 不信派)
動物福祉 (放し飼い=1, ケージ=-1)	0.89	0.52	1.42	0.00
化学肥料・農薬の使用 (無使用=1, 使用=-1)	0.34	0.11	0.57	0.23
Non-GM (0%=1, その他=0)	1.04	-0.10	0.53	0.59
GMO 含有率 (%)	-0.01	-0.01	-0.61	-0.41
商品情報の有無 (有り=1, 無し=-1)	0.11	0.01	0.04	0.14
構成割合 (%)	100	53.5	38.8	7.7

5. 考察

(1) Non-GM に対する支払意志額

第8表では、GMOの含有率の変化に対して各セグメントで限界支払意志額がどのように変化するかを示した。まず、1%から0%への変化を見ると、第2セグメントでは、Non-GMに対するMWTPは£0.53（1£=200円では約106円）であるが、1%のGMO減少に対するMWTPは£0.61であるから、両者を合わせると£1.14となっている。また、第3セグメントでは、Non-GMに対するMWTPが£0.59であり、GMOの1%減少に対するMWTPは£0.41であるから、両者を合わせると£0.99となっている。このような金額は、市場価格から計算したNon-GM飼料による卵とそうでない卵との差額£0.20~£0.30と比較して割高なものとなっている（第9表）。このことは、第2、第3セグメントに属する＜食と環境派＞＜GM不信派＞の消費者なら十分Non-GM飼料の卵を買う意志があることを示すものであろう。

他方、第1セグメントでは、Non-GMに対するMWTPは-£0.10で、GMOの1%減少に対するMWTPは£0.01であるから両者を合わせると-£0.08となる。しかしながら、Non-GMの推計係数は10%水準でもゼロと有意差がないため、Non-GMに対するMWTPを以下ではゼロと仮定し、それに基づいた推計結果を第8表に記入してある。その場合、GMOが1%減少したことに対するMWTPのみを利用するため、WTPは£0.01となった。したがって、市場におけるNon-GM飼料による卵とそうでない卵の差額からすれば、第1セグメントに属する＜楽観派＞消費者はNon-GM飼料による卵を買わないことになるだろう。

第8表 GMO含有率減少のための支払い意志額

(単位：ポンド)

含有率の変化	条件付 ロジットモデル	3セグメント モデル		
		第1セグメント (GM楽観派)	第2セグメント (食と環境派)	第3セグメント (GM不信派)
1%から0%へ	1.05	0.01 ^(注)	1.14	0.99
5%から0%へ	1.11	0.06	3.57	2.62
10%から0%へ	1.19	0.12	6.61	4.65
5%から1%へ	0.06	0.05	2.43	1.63
15%から1%へ	0.21	0.16	8.50	5.70

注. Non-GMにおける推計係数は10%水準で0と有意差がなかったため、ここではそのMWTPを0として計算している。

第9表 Mサイズ6個入りパックの平均的な小売価格

(単位：ポンド)

エコノミー（ケージ飼い）	0.60
普通・ケージ飼い	0.80
Non-GM・放し飼い	1.15
有機・放し飼い	1.35

同様に、GMOの含有率が5%から0%へ、10%から0%へ、5%から1%へ、15%から1%へ変化させた場合のWTPも、第8表に示す。この表からわかるように、第1セグメントの消費者にとっては、この程度のGMO含有率の変化では、WTPが最大でも£0.16であるからNon-GM飼料による卵を買うことはないと予想される。他方、第2、第3セグメントの消費者は£1.63~£6.61のWTPを持つから、十分にNon-GM飼料による卵を買う誘引をもつことになる。

実際、市場における卵の多くは「Non-GM」と明記されていない卵であり、そのような卵を購入するのは第1セグメントに属する人たちであろう。他方、「Non-GM」の卵を購入するのは、第2、第3セグメントに属する人たちであろうから、卵の品質の差別化と購買層の違いが、このような分類セグメントモデルの計測結果からも確認できる。

さて、同様の手続を用いて、GMO含有率の変化に対するWTPを条件付ロジットモデルで計算してみよう。この推計結果では、Non-GMのMWTPは£1.04であり、GMO含有率の1%変化に対するMWTPは£0.01となっている。このことは、条件付ロジットモデルにおいて、セグメント分けが無い場合、第2、第3セグメントと第1セグメントを合わせたようなパターンが示されたといえるだろう。その結果、1%から0%変化する場合のWTPは£1.05と計算されるが、これは市場価格のNon-GM飼料の卵に対する差額を大きく超えるWTPであり、平均的な消費者は喜んでNon-GM飼料の卵を買うことを意味するが、そうでない卵も多く販売されている市場での購買行動が説明できない。つまり、潜在クラスモデルの方が、市場における消費者の購買行動をより適切に説明できることがわかる。

(2) セグメント割合の再構成と平均支払意志額

潜在クラスモデルのもう一つの利点としては、セグメントの構成割合を再構成で出来る点である。すなわち、回収率が低い場合、アンケート回答者は、もっぱらアンケート内容に関心の高い人たちが答えた可能性が高いので、平均的な回答からずれていることが考えられる。そこで、回答者をセグメントに分け、アンケートのテーマに対して関心が高いと思われるセグメントの割合を低めて再計算することで、限られたデータからより全体像を知ることが出来るようになると思う。

今回の調査の場合には、環境問題やGMOに焦点を絞ったアンケートであったために、本調査における<食と環境派>あるいは<GM不信派>がより多く答え、<GM楽観派>はより少なく答えた可能性がある。そこで、53.5%であった<GM楽観派>の割合を70%と80%に高め、残りの30%と20%の割合は、3セグメントモデルの計算結果である<食と環境派>(38.8%)と<理念的反対派>(7.7%)の割合で按分して、第8表の支払意志額をもとに平均的支払意志額を計算した(第10表)。その結果、GMOの飼料含有率を1%から0%に下げることに対する平均的支払意志額は、構成割合が53.5%の場合には£0.53であったものが、70%の場合には£0.34と64%にまで減少し、80%の場合には£0.23と43%にまで減少した。他方、条件付ロジットモデル場合は、このための支払意志額が£1.05であるから、むしろ過大に評価された可能性が高いと言えよう。

同様に、5%から1%に GMO 飼料の含有率を下げる場合には、3 セグメントモデルによる平均支払意志額の£1.09 から構成割合が70%の場合で£0.72 へと 66%に、80%の場合には£0.50 へと 46%減少した。この場合の条件付ロジットモデルの支払意志額は、£0.06 と推計されたが、条件付ロジットモデルの1%から0%の支払意志額が£1.05 に比較しても、余りにも小さい評価額と思われる。むしろ、再構成した場合の£0.72 や£0.50 の方が、総体として整合的な計算結果であるように思われる。

このように、セグメントの割合の再構成によって、平均的支払意志額は条件付ロジットモデルよりも、より現実感覚に近いものになったと考えられる。

第 10 表 セグメントの再構成による Non-GM 飼料卵に
対する平均的 WTP の推計

	楽観派の構成割合		
	53.5%	70%	80%
1%から0%へ	0.53	0.34	0.23
5%から0%へ	1.62	1.06	0.73
10%から0%へ	2.98	1.97	1.35
5%から1%へ	1.09	0.72	0.50
15%から1%へ	3.82	2.53	1.74

6. おわりに

英国での卵の一般的な市場価格を調べると、M サイズ 6 個入り卵のパックでは、約£0.40 ～£1.50 という幅を持ち、特に、有機飼料・放し飼い卵であれば価格が、£0.40～£0.50 程度、Non-GM 飼料を利用した卵であれば£0.20～£0.30 程度、そうでない卵に比較して高くなっている。

したがって、第2セグメントの<食と環境派>あるいは第3セグメントの<GM 不信派>に属する人たちにとって、この程度の価格差は Non-GM に対する限界支払意志額よりも小さい。そのため、市場で販売されている Non-GM 飼料の卵を購入するのは、このようなセグメントに属する人たちであると予想される。他方、<GM 楽観派>の第1セグメントに属する人たちは、Non-GM に対して高い限界支払意志額を持たないから、Non-GM の飼料を使った卵はあまり買わないと予想される。したがって、楽観派の傾向をもつ人たちは、GM 農産物を受け入れる可能性が比較的高いと思われる。このような消費者の環境意識や行動様式の差や限界支払意志額に対する効果については、セグメントに分けない条件付ロジットモデルでは、明確に示せ得なかった点であり、潜在クラスモデルによって初めて明らかになったことである。

また、Non-GM の表示基準への消費者の要求を考えると、厳格な GM Free (限りなく GM 含有率が0%に近いもの) を求める第1、第2セグメントに属するグループと、価格を考慮すれば穏やかな Non-GM (例えば、偶発的な GM 含有率が5%未満) でもよいとする

グループとに大きく2分できるのではなからうか。ここで、Non-GMを強く求めるグループだけのために、より厳格なNon-GM基準を用いるならば、そのための分別流通や検査費用が食品価格に転嫁された場合、Non-GM食品はかなり割高なものとならざるを得ない。その結果、厳格な基準の下でのNon-GM食品を、第1セグメントに属する人たちはほとんど買うことができなくなってしまうであろう。また、このことは、価格の高いNon-GM食品を低所得の人たちが買うことが出来なくなるという、新たな社会的公平上の問題を生じさせることにもなりかねない。そこで、Non-GMに高い支払意志額は持たないが、できることなら買いたくないというグループの存在を考慮するとき、Non-GMの定義は一つだけではなく⁽¹⁾、GMOの含有率に応じたいくつかのレベルを用意して表示することは、消費者選択の自由を高める意味で有効な方法ではなからうか。例えば、GMOの含有率が限りなくゼロに近いGM Freeと5%程度の偶発的混入までは認めるLess GMといった基準を認め、それに応じた価格が形成されるほうが、多様な消費者の存在を考えたとき、社会厚生上望ましいと思われる。

なお、今後の方法論上の問題点の一つとしては、推計結果が初期値や関数型の影響を強く受けるので、より頑強な推計のアルゴリズムを開発する必要がある。また、より妥当な潜在的所属分類尤度関数の説明変数は何であるのかという問題も残されている。

注(1) 我が国の場合5%未満である。

〔付記〕

本研究はOECDからの予算的支援を得て、農林水産政策研究所とロンドン大学ユニバーシティ・カレッジの地球環境社会経済研究センターが行った共同研究の成果の一部である。

〔引用文献〕

- Adamowicz W.L., Kupris P.A., Veeman M.M.(1999), "Consumers Responses to the Potential Use of Bovine Somatotrophin in Canadian Dairy Production", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 47, pp. 151-163.
- Bennett, J. and R. Blamey (2001), *The Choice of Modeling Approach to Environmental Valuation*, Edward Elgar Publishing Limited.
- Bernaards, C.A. & Sijtsma, K. (1999), "Factor Analysis of Multidimensional Polytomous Item Response Data Suffering from Ignorable Item Non-response", *Multivariate Behavioural Research*, 34, pp. 277-313.
- Bernaards, C.A. & Sijtsma, K. (2000), "Influence of Imputation and EM Methods on Factor Analysis when Item Nonresponse in Questionnaire Data is Nonignorable", *Multivariate Behavioural Research*, 35, pp. 321-364.
- Boxall, P. and W. Adamowicz (2002), "Understanding Heterogeneous Preference in Random Utility Models: The Use of Latent Class Analysis", *Environmental and Resource Economic*, 23, pp. 421-466.
- Child, D. (1990), *The Essentials of Factor Analysis*, Cassell Educational Limited.
- Harman, H.H. (1976), *Modern Factor Analysis*, 3rd Ed. Chicago, University of Chicago Press.
- Lynn, P. and D. Lievesley (1991), *Drawing General Population Samples in Great Britain*, London, UK, Social & Community Planning Research, pp. 13-17.

- Louviere, J., D. Hensher and J. Swait (2000), *Stated Choice Methods: Analysis and Application*, Cambridge University Press.
- McFadden, D.(1974), “Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour”, in P. Zarembka (ed.) *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, N.Y.
- Swait, J.(1994), “A Structural Equation Model of Latent Segmentation and Product Choice for Cross-sectional Revealed Preference Choice Data”, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 1, pp. 77-89.
- 佐藤和夫・岩本博幸・出村克彦 (2001)「安全性に配慮した栽培方法による北海道米の市場競争力－選択型コンジョイント分析による接近－」『農林業問題研究』第 142 号, pp.37-49。
- 澤田学・山本康貴・松田友義・丸山敦史・浅野耕太 (2002)「消費者の牛乳選択行動における鮮度, 安全性, グリーン購入志向のコンジョイント分析」『平成 13 年度畜産物需要開発調査研究事業報告書』農畜産振興事業。