

GNLモデルを用いた心理的効果の表現

高橋 啓 統計思考院 特任助教

【概要】

実際の消費者の選択行動では、その規範的基準である効用最大化と矛盾するとされる現象である「心理的効果」と呼ばれる現象が存在する。これをランダム効用最大化モデルの一種であるGeneralized Nested Logitモデルを用い、表現する。

【GNLモデル】

GNLモデルでは、消費者 h は、まずネスト j を選択し、次に選択肢 k を選択するという2段階の選択行動をとると仮定。これにより選択肢間の複雑な相関構造を表現可能。

$$Q_k^h = \sum_{j=1}^{N_j} P_j^h P_{k|j}^h$$

$$P_j^h = \frac{\left(\sum_{k' \in \mathcal{K}_j} (\gamma_{k'j} \exp V_{k'}^h)^{1/\mu_j} \right)^{\mu_j}}{\sum_{j'=1}^{N_j} \left(\sum_{k' \in \mathcal{K}_{j'}} (\gamma_{k'j'} \exp V_{k'}^h)^{1/\mu_{j'}} \right)^{\mu_{j'}}}, P_{k|j}^h = \frac{(\gamma_{kj} \exp V_k^h)^{1/\mu_j}}{\sum_{k' \in \mathcal{K}_j} (\gamma_{k'j} \exp V_{k'}^h)^{1/\mu_j}}$$

- Q_k^h : 消費者 h の選択肢 k の選択確率
- P_j^h : 消費者 h のネスト j の選択確率
- N_j : ネスト数
- \mathcal{K}_j : ネスト j に所属する選択肢集合
- V_k^h : 選択肢 k の消費者 h にとっての確定的効用
- $P_{k|j}^h$: 消費者 h のネスト j を選択した上での選択肢 k の条件付き選択確率
- μ_j : ネスト j の(非)類似度パラメータ ($0 < \mu_j \leq 1$)
- γ_{kj} : ネスト j と選択肢 k の間のアロケーション・パラメータ

$$\gamma_{kj} \geq 0 \quad \sum_{j=1}^{N_j} \gamma_{kj} = 1$$

【心理的効果の確率に基づく定義】

2属性空間において、図1に示すように選択肢 A, B, C, D が存在。

・妥協効果

互いに支配的でない選択肢 A, B が存在し、その間に選択肢 C が存在:

$$X_{A1} > X_{C1} > X_{B1}, \\ X_{B2} > X_{C2} > X_{A2}$$

このとき、次の条件を満たす場合、妥協効果が生起

$$\frac{Q_{C|\{A,B,C\}}^h}{Q_{C|\{A,B,C\}}^h + Q_{i|\{A,B,C\}}^h} > Q_{C|\{i,C\}}^h \quad \forall i \in \{A, B\} \quad (1)$$

※片一方のみをボラリゼーションと呼ぶ。

・魅力効果

互いに支配的でない選択肢 A, B が存在し、選択肢 A に属性は類似し、選択肢 A に支配されている(選択肢 B には支配されない)選択肢 D が存在:

$$X_{A1} > X_{D1} > X_{B1}, \\ X_{B2} > X_{A2} > X_{D2}$$

このとき、次の条件を満たす場合、魅力効果が生起

$$\frac{Q_{A|\{A,B,D\}}^h}{Q_{A|\{A,B,D\}}^h + Q_{B|\{A,B,D\}}^h} > Q_{A|\{A,B\}}^h$$

【擬似購買データ】

質問紙調査による擬似購買データを取得

配布対象: 一般家庭及び学生

対象商品: デジタルカメラ

属性: 価格(1~7万円:1万円刻み)、レンズズーム率(4~16倍:2倍刻み)、画素数(800~2,000万画素:200万画素刻み)

選択肢集合の形成⇒各効果が生起しうる状況の選択肢集合をランダムに発生

選択肢集合内での提示順序:ランダムに提示(差込み印刷を使用)

【効用関数及び構造】

効用関数:線形 $V_k^h = \alpha_1 X_{k1} + \alpha_2 X_{k2} + \alpha_3 X_{k3}$

X_{k1} : 選択肢 k の価格

X_{k2} : 選択肢 k のレンズズーム率

X_{k3} : 選択肢 k の画素数

構造: 消費者潜在クラス(図2:クラス数3)※1

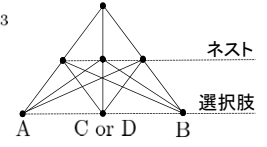


図2 選択構造

※1 消費者が確率的にある潜在的なクラスに所属するという考え方

【推定方法】

最尤推定(対数尤度関数が単峰性が保証されていないため、Genetic Algorithm を用いて推定。

$$\mathcal{L} = \sum_{h=1}^{N_h} \sum_{j=1}^{N_j} \sum_{k' \in \mathcal{K}_{j'}} \delta_{j',k'}^{h'} \ln P_{k'|j'}^{h'}(\theta) P_j^{h'}(\theta)$$

N_h : サンプル数

$\delta_{j',k'}^{h'}$: 消費者 h がネスト j 、選択肢 k を選択した場合1、それ以外0となる二値変数

θ : パラメータ集合

【数値例、推定結果】

各効果が生起している数値例及び擬似購買によるパラメータ推定結果を示す。

表1 効果生起例パラメータと推定パラメータ

	妥協効果 生起例	魅力効果 生起例	妥協効果 推定結果 (105)	魅力効果 推定結果 (112)
γ_{A1}	0.700	0.900	0.382	0.856
γ_{A2}	0.200	0.050	0.235	0.142
γ_{A3}	0.100	0.050	0.383	0.102
γ_{B1}	0.200	0.200	0.427	0.375
γ_{B2}	0.600	0.400	0.145	0.319
γ_{B3}	0.200	0.400	0.428	0.306
γ_{C1}, γ_{D1}	0.100	0.200	0.433	0.225
γ_{C2}, γ_{D2}	0.200	0.400	0.134	0.309
γ_{C3}, γ_{D3}	0.700	0.400	0.433	0.225
μ_1	0.900	0.700	0.149	0.466
μ_2	0.700	1.000	1,000(fix)	1,000(fix)
μ_3	0.900	0.100	0.149	0.195
α_1	-1.000	-1.000	-0.007	-0.009
α_2	1.000	1.000	0.030	0.051
α_3	1.000	1.000	0.027	0.022
AIC			1,285	1,381

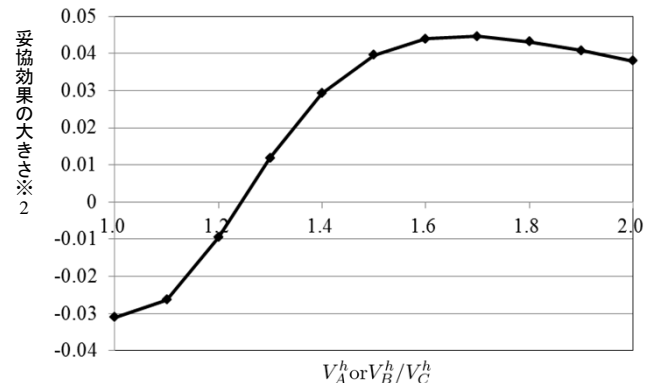


図1 推定されたパラメータ下における妥協効果の大きさ

※2 式(1)の右辺から左辺を引いたもの

【考察】

妥協効果は、GNLモデルのパラメータ推定により、非集計的に表現可能かつ、実証できている。魅力効果については表現可能だが、実証はできなかった⇒パラメータの制約を考えなおす必要性あり。