

IV-1 コンジョイントロジットモデルにおける分解深さ決定に関する一考察

東北大学 学生員 ○伊藤 卓
東北大学 正 員 湯沢 昭
東北大学 正 員 須田 熙

1. はじめに

コンジョイント分析ではいくつかの選択肢を解答者に提示し、それに順序づけしてもらった序列データを用いるが、パラメータの推定にどこまでの序列データを用いるかが問題となる。一般的に序列データを利用する際には、順位付けされた選択肢が多いほど個人の情報量が増えパラメータは安定する。しかし、過度の順位付けを強要すると、下位の序列は上位の序列に比べてデータの信頼性に劣り、その結果としてモデルの精度を下げるものと考えられる。そこで、本研究では、このパラメータ推定の際に用いる順序づけの深さを分解深さと定義し、実際に得られた駐車場選好に関する意識データを用いて、この分解深さとパラメータの挙動について実証的に考察することとする。

2. 分解深さを考慮したコンジョイントロジットモデルの定式化

コンジョイント分析は、序列データに対しその序列を再現するように各属性の重み(パラメータ)を推定するものである。コンジョイントロジットモデルの定式化についての詳細は参考文献を参照にして頂くとして、ここでは分解深さを考慮した尤度関数についてのみ示すこととする。

今、解答者が実際に行った選択肢の順序づけの個数を j_n 、パラメータ推定に際しての分解深さを E ($3 \sim j_n$) とする。このとき、分解深さ E 以降の情報は無視して分解操作を行うと尤度関数は式(1)のようになり、最尤推定法を利用してパラメータを推定することができる。

$$L_k = \prod_{n=1}^N (\exp(\omega V_{k,n}) / \sum_{j=1}^{j_n} \exp(\omega V_{j,n})) \quad (1)$$

また、非集計コンジョイントロジットモデルは、通常非集計モデルと同様な考え方にに基づき、考慮する全個人の同時確率について考えたモデルである。

3. 分解深さとその理論的評価

分解深さを決定するためには、推定されたパラメータの安定性とモデルの適合性の良さを考慮する必要がある。

コンジョイントモデルの場合には個人毎にパラメータが推定されるため、各分解深さに対するパラメータの安定性を示す指標として、深さ E と $E+1$ で求めたパラメータ $\theta(E)$ と $\theta(E+1)$ との相関係数を用いることとした。また、モデルの適合性を示す指標としては適中率を考慮している。適中率は、非集計行動モデルの場合と同様に、推定された選択確率の最も高い選択肢が、実際に個人が順序付けを行った際の第一番目の序列を再現できているかどうかの比率である。

非集計コンジョイントロジットモデルに関しては統計検定の理論が適用できる。パラメータの安定性に関しては、Watson and Westin(1975)により提案された尤度比検定の理論が適用可能である。この方法は、深さ E と $E+1$ で求めたパラメータ $\theta(E)$ と $\theta(E+1)$ との間に有意な差が認められるかを検定するものであり、統計検定量は式(2)で与えられる。この統計量は漸近的に自由度 n のカイ -2 $\{L(\theta=\theta^{(E)})-L(\theta=\theta^{(E+1)})-L(\theta=\theta^{(E+1)})\}$ 2乗分布をなすことが知られている。 -- (2)

ここで、 $L(\theta^{(E)})$ は打ち切り深さ E 、 $E+1$ のプーリングデータを用いたモデルの対数尤度値であり、 $L(\theta^{(E)})$ は、打ち切り深さ E におけるモデルの対数尤度値である。また、モデルの適合度としては、尤度比、適中率を用いることができる。

4. 事例研究

(1) 概要

本研究では、1989年12月に行われた駐車場選好調査から得られた意識データを使用している。属性とその水準は表-1の様に設定した。そ

表-1 属性及びその水準

属性\水準	1	2	3
入庫待ち時間 X_1	10分	5分	0分
目的地までの 徒歩時間 X_2	10分	5分	0分
駐車料金 X_3	300円/ 時間	200円/ 時間	割引駐車 場を利用
わかりやすさ X_4	分りにくい	分りやすい	

表-2 実験計画法による駐車場の設定

属性	駐 車 場								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X_1	2	1	2	3	3	3	1	1	2
X_2	2	2	1	3	1	2	3	1	3
X_3	3	2	2	2	3	1	3	1	1
X_4	1	1	2	1	1	2	2	1	1

の属性水準から実験計画法により9つの仮定の駐車場を決定し（表-2）、各個人に利用したいと考える順に順序付けを行ってもらった。調査地区は仙台市街地において数カ所をランダムに選定した。使用するデータは、9個の選択肢の全てに序列が記入されている計130個のサンプルである。

本研究では、各属性の水準値が大きいほど効用が大きくなるように選択肢を設定しているため、求められたパラメータの符号が負になる場合には属性と全体効用の間に矛盾が生じることとなる。従ってパラメータ推定に際して、推定されたパラメータが負である場合この属性を削除して、再びパラメータの推定を行うという操作を行っている。

（2）結果と考察

表-3は、個人モデルにおける各分解深さ毎の適中率と相関係数ならびに非集計モデルにおいて推定されたパラメータと各種の統計量を示したものである。これをみると、個人モデルについても非集計モデルについても全体的な傾

向として、分解深さが深くなるに従い適中率は下がり、逆にパラメータは安定するということがわかる。しかし、両方のモデルについてみられることであるが、深さが6、7、8の所で全ての指標の値が理論的な挙動を示していない。これはデータ自身の信憑性に問題があると考えられる。つまり、解答者の意識が曖昧であり深さが深い部分での順序づけに矛盾のあるものが多いことや、全ての属性を考慮せず特定の属性のみを考慮して順序づけを行っているなどの理由でデータの信頼性が下がっていると思われる。また、非集計モデルの場合の尤度比検定の結果は有意水準5%で、分解深さ4以上7以下では、パラメータ間に有意の差はみられないことがわかった。以上の結果から、本論文で用いたデータの分解深さは最低4は必要であるが、逆に8以上に分解するとデータの信頼性が下がりモデルの精度が落ちることが結論づけられた。

5. おわりに

本研究では、分解深さの決定方法に関してある程度の目安はできたと考えられる。今後は、より信憑性のある意識データの収集方法やプロファイルの作成方法等を考慮したコンジョイント分析の研究にいかしていきたいと考える。

高田・湯沢(1988)、コンジョイント分析による個人行動モデルに関する研究、土木計画学研究・講演集 N012、PP. 707-714

表-3 個人モデルおよび非集計モデルの推定結果

変数\深さ	2	3	4	5	6	7	8	9
待ち時間 (θ_1)		5.508 (8.97)	4.243 (11.73)	3.616 (13.76)	3.200 (15.90)	2.972 (17.08)	2.440 (17.35)	1.808 (16.75)
徒歩時間 (θ_2)		4.760 (9.31)	3.221 (10.66)	2.895 (13.32)	2.508 (15.08)	2.472 (15.90)	2.306 (16.48)	1.448 (14.99)
駐車料金 (θ_3)		4.993 (8.98)	3.262 (12.16)	3.253 (15.53)	2.916 (16.99)	3.111 (18.46)	2.435 (18.79)	1.675 (17.27)
わかりやすさ (θ_4)		3.174 (8.34)	2.689 (11.53)	2.350 (13.42)	1.930 (14.37)	2.155 (14.79)	1.383 (13.02)	0.866 (10.90)
尤度比		0.622	0.477	0.408	0.341	0.312	0.251	0.228
適中率		87.9%	75.7%	68.7%	63.1%	69.2%	64.5%	52.3%
個人モデル の適中率	100%	92.4%	71.5%	69.2%	62.3%	66.9%	69.2%	66.9%
個人モデル の相関係数		0.362	0.172	0.579	0.622	0.710	0.819	0.936

()内はt値